

Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Departamento de Produção e Sistemas

Francisco Almeida

**Implementação de Princípios e Ferramentas de
Produção Lean na Secção de Acabamentos de uma
Empresa de Peças Metálicas para Automóveis**

Dissertação de Mestrado Integrado de Engenharia e Gestão
Industrial

Orientação: **Professora Doutora Anabela Carvalho
Alves**

Agradecimentos

A realização deste projeto de dissertação não seria possível sem o apoio de algumas pessoas.

Agradeço à minha orientadora, a Professora Doutora Anabela Alves.

Agradeço à empresa Sakthi Portugal, em especial os meus orientadores, o Engenheiro João Cruz e a Engenheira Cristina Monteiro. Agradeço também ao Senhor Joaquim Monteiro por toda a sabedoria partilhada e à Doutora Sofia Festas pela confiança demonstrada.

Agradeço aos meus amigos, pela paciência que sempre tiveram e motivação que não se cansaram de transmitir.

Ainda assim, o maior agradecimento, é para a minha família, em especial a minha Mãe. Obrigado por tudo.

Resumo

Esta dissertação foi desenvolvida no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial na Sakthi Portugal, empresa de produção de peças para automóveis e situada na Maia. O projeto tem o objetivo de aumentar a produtividade no setor de acabamentos da empresa.

Para conseguir esse aumento de produtividade a empresa recorreu às ferramentas da produção *Lean* com o intuito de reduzir desperdícios e consequentemente aumentar a organização do sistema produtivo dos acabamentos.

Foram implementadas ferramentas como 5S, sistema Pull-Push e um *Sequenciador* da Produção.

A implementação dos 5S foi um sucesso no setor, tendo aumentado em 13 valores a média do índice desenvolvido pela empresa para avaliar a organização na empresa. Este processo apenas foi conseguido depois de um trabalho exaustivo na reestruturação do elevado WIP presente.

Foi necessária a contratação de uma empresa externa para alocar o WIP em excesso fora da zona dos acabamentos.

A última fase foi a alteração do sistema produtivo existente, considerado o foco de desenvolvimento da maioria dos problemas do setor.

O sistema produtivo presente era assente no método Push, nesta dissertação é desenvolvido para a empresa um novo sistema, ajustado no método Pull-Push, o que obriga a um elevado número de alterações no setor nomeadamente na forma como é feita a programação da produção e organização do armazém intermédio do setor acabamentos.

Esta implementação tem o objetivo de diminuir os stocks intermédios em toda a empresa, diminuir os recursos utilizados, aumentar a eficiência dos prazos de entrega e aumentar a produtividade dos acabamentos.

Palavras-chave: Produção Lean, Sistema Pull-Push, 5S, *Sequenciador* da Produção

Abstract

This dissertation was developed within the Integrated Master Course on Industrial Engineering and Management at Sakthi Portugal, manufacturing company of automotive parts and located in Maia. The project aims to increase productivity in the finishes sector, named *acabamentos*.

To achieve this increase in productivity the company turned to the tools of Lean production in order to reduce wastes and thus increase the organization of the production system of *acabamentos* sector.

Were implemented tools like 5S, Pull-Push system and Production *Sequencer*.

The implementation of 5S was a success in the sector, raising by 13 points the average of the index developed by the organization to evaluate the company. This process was achieved only after an exhaustive work on restricting of the higher WIP present.

It was necessary to hire an outside company to allocate the excess WIP outside the *acabamentos* zone.

The last step was to change the existing production system, considered to be the development focus of most sector problems.

The present production system was based on Push method, in this work is developed for the company a new system, set in Push-Pull method, which requires a large number of changes in the sector particularly in how it is made the production schedule and the organization through the warehouse of the *acabamentos* sector.

This implementation is intended to reduce the intermediate stocks across the enterprise, reduce the resources used, to increase the efficiency of delivery deadlines and increase the productivity of the *acabamentos* sector.

Keywords: Lean Production, Pull-Push System, 5S, Production *Sequencer*

Índice

| | |
|---|------|
| Agradecimentos..... | iii |
| Resumo..... | v |
| Abstract..... | vii |
| Índice..... | ix |
| Índice de Figuras..... | xiii |
| Índice de Tabelas..... | xv |
| Lista de Siglas e Acrónimos..... | xvi |
| 1. Introdução..... | 1 |
| 1.1. Enquadramento..... | 1 |
| 1.2. Objetivos..... | 2 |
| 1.3. Metodologia de Investigação..... | 3 |
| 1.4. Estrutura da Dissertação..... | 4 |
| 2. Revisão Bibliográfica..... | 5 |
| 2.1. Produção <i>Lean</i> | 5 |
| 2.1.1. Pilares do TPS..... | 5 |
| 2.1.2. Redução de Desperdícios..... | 6 |
| 2.2. Técnicas e Ferramentas da Produção <i>Lean</i> | 11 |
| 2.2.1. Ciclo PDCA..... | 11 |
| 2.2.2. 5S..... | 14 |
| 2.2.3. OEE..... | 17 |
| 2.2.4. Heijunka..... | 19 |
| 2.2.5. Sistema Pull..... | 21 |
| 3. Caracterização da Empresa..... | 24 |
| 3.1. Identificação e Localização..... | 24 |
| 3.2. Evolução Histórica..... | 25 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.3. | Produtos | 26 |
| 3.4. | Destino dos Produtos | 27 |
| 3.5. | Missão e Visão | 28 |
| 3.6. | Estrutura Organizacional e Recursos Humanos | 28 |
| 4. | Sistema Produtivo | 30 |
| 4.1. | Descrição Geral do Processo de Fabrico | 30 |
| 4.1.1. | Fusão | 30 |
| 4.1.2. | Moldação..... | 31 |
| 4.1.3. | Acabamentos..... | 34 |
| 4.2. | Classificação do Sistema Produtivo..... | 35 |
| 4.3. | Matérias-primas, Componentes e Energia | 35 |
| 4.3.1. | Energia | 36 |
| 5. | Descrição da Secção de Acabamentos..... | 38 |
| 5.1. | Referências | 38 |
| 5.2. | Máquinas e Operadores | 39 |
| 5.2.1. | Máquinas..... | 39 |
| 5.2.2. | Operadores..... | 40 |
| 5.3. | Implantação e Fluxo de Produção | 41 |
| 6. | Análise e Identificação de Problemas nos Acabamentos | 44 |
| 6.1. | Análise ABC | 44 |
| 6.2. | Análise e Determinação do OEE nos Acabamentos..... | 45 |
| 6.3. | Estudo de Balanceamento | 49 |
| 6.4. | Work-in-Process..... | 51 |
| 6.5. | Síntese dos Tipos de Desperdícios e Oportunidades de Melhoria | 54 |
| 7. | Apresentação e Implementação de Propostas | 56 |
| 7.1. | Reestruturação WIP | 56 |

| | |
|---|-----|
| 7.2. 5S..... | 60 |
| 7.3. Programação da Produção | 63 |
| 7.3.1. Pull-Push | 63 |
| 7.3.2. Sequenciador..... | 64 |
| 8. Conclusão..... | 67 |
| 8.1. Considerações Finais..... | 67 |
| 8.2. Trabalho Futuro..... | 68 |
| Bibliografia | 69 |
| Anexos | 73 |
| Anexo I – <i>Layouts</i> da secção acabamentos | 74 |
| Anexo II – Folhas utilizadas na monitorização de tempos..... | 77 |
| Anexo III – Tabelas da análise da produtividade das diferentes referências nos acabamentos... | 80 |
| Anexo IV – Alguns mapas de brainstorming desenvolvidos através do método 5 Porquês | 97 |
| Anexo V – Formulários 5S..... | 101 |
| Anexo VI – Instruções de trabalho do controlo visual (bottleneck)..... | 104 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Fases da Investigação-Ação. Adaptado de Susman (1983), citado em O'Brien (2001) | 3 |
| Figura 2 - Casa do TPS (adaptado de Liker, 2004) | 6 |
| Figura 3 – Os 8 tipos de desperdícios | 7 |
| Figura 4 – Fases do ciclo PDCA | 12 |
| Figura 5 - Os cinco princípios da metodologia 5S | 15 |
| Figura 6 – As seis categorias da perda no OEE | 18 |
| Figura 7 – Exemplo de nivelamento da produção (adaptado de Sayer, 2007) | 20 |
| Figura 8 – Exemplo de uma Heijunka Box (adaptado Lean Institute, 2008) | 21 |
| Figura 9 – Exemplo produção pull (adaptado Lean Institute, 2008) | 23 |
| Figura 10 – Sakthi Portugal | 24 |
| Figura 11 – Logotipo do Grupo Sakthi | 25 |
| Figura 12 – Evolução do volume de vendas anuais desde 2000 | 25 |
| Figura 13 – Exemplos de componentes produzidos na Sakthi | 26 |
| Figura 14 – Clientes da Sakthi Portugal em 2010 | 27 |
| Figura 15 – Evolução do quadro de pessoal até 2011 | 29 |
| Figura 16 – Parque de sucatas | 30 |
| Figura 17 – Zona de fornos | 31 |
| Figura 18 – Zona de <i>stock</i> de <i>machos</i> | 32 |
| Figura 19 – Linha de moldação <i>DISA MK4</i> | 33 |
| Figura 20 – Linha de acabamentos <i>4</i> | 34 |
| Figura 21 – Zona de embalamento | 35 |
| Figura 22 – Layout da secção dos acabamentos | 43 |
| Figura 23 – Resultado do estudo do OEE | 48 |
| Figura 24 – Excesso de inventário no armazém intermédio das células | 52 |
| Figura 25 – Lado esquerdo o <i>layout</i> do supermercado das linhas, lado direito das células | 57 |
| Figura 26 – Tenda utilizada para alocar produção no armazém intermédio em excesso | 58 |
| Figura 27 – WIP nas linhas antes das alterações | 58 |
| Figura 28 – WIP nas linhas após as alterações | 59 |
| Figura 29 – WIP nas células antes das alterações | 59 |
| Figura 30 – WIP nas células após as alterações (fotos comparativas tiradas no mesmo local) | 59 |
| Figura 31 – Divisão dos acabamentos em 10 zonas 5S | 60 |

| | |
|---|-----|
| Figura 32 – Exemplo de um <i>sequenciador</i> . | 64 |
| Figura 33 – <i>Sequenciador 2</i> , presente nas linhas | 65 |
| Figura 34 - <i>Layout</i> da secção acabamentos I | 74 |
| Figura 35 - <i>Layout</i> da secção acabamentos II | 75 |
| Figura 36 – <i>Formulário utilizado na medição de tempos</i> | 77 |
| Figura 37 – <i>Formulário utilizado na monitorização do OEE</i> | 78 |
| Figura 38 – 5 Porquês com o tema: necessidade de 2º controlo para algumas referências | 97 |
| Figura 39 – 5 Porquês com o tema: lenta reposição de matérias nas células | 98 |
| Figura 40 – 5 Porquês com o tema: <i>bottlenecks</i> com operários inexperientes | 99 |
| Figura 41 – <i>Formulário auditoria 5S</i> | 101 |
| Figura 42 – <i>Formulário auditoria 5S</i> | 102 |
| Figura 43 – Instruções de trabalho no controlo visual de um corpo | 104 |
| Figura 44 – Instruções de trabalho no controlo visual de um suporte | 105 |

Índice de Tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Contramedidas aos desperdícios..... | 10 |
| Tabela 2 – Metodologias e Técnicas Utilizadas para cada Fase..... | 14 |
| Tabela 3 - Caso de estudo sobre avaliação OEE | 19 |
| Tabela 4 – Comparação entre paradigma Push e Pull | 22 |
| Tabela 5 – Família de produtos produzidos pela Sakthi Portugal..... | 26 |
| Tabela 6 - Principais Mercados e Clientes | 27 |
| Tabela 7 – Consumos de matérias-primas por setor entre 2007 e 2010..... | 36 |
| Tabela 8 – Consumos de Energia entre 2008 e 2010 (tep – tonelada equivalente de petróleo) 37 | |
| Tabela 9 – Top 25 referências no setor acabamentos (previsão 2012) | 38 |
| Tabela 10 – Listagem de máquinas e sua quantidade presente nos 2 tipos de implementação 40 | |
| Tabela 11 – Divisão diária dos 3 turnos | 40 |
| Tabela 12 – Divisão das células e linhas pelas 3 plataformas | 42 |
| Tabela 13 – Propósitos da análise ABC..... | 44 |
| Tabela 14 – Síntese da análise ABC por classes | 45 |
| Tabela 15 – Taxa de utilização dos diferentes CTs nos meses de fevereiro e março | 46 |
| Tabela 16 – Atualização dos tempos de ciclo padrão..... | 47 |
| Tabela 17 – Estudo das referências Classe A durante fevereiro, março e abril | 50 |
| Tabela 18 – Evolução do WIP nos meses de fevereiro, março e abril | 52 |
| Tabela 19 – Síntese de alguns problemas encontrados no setor de acabamentos..... | 54 |
| Tabela 20 – Correspondência da divisão de cada zona dos acabamentos e avaliação de fevereiro | 60 |
| Tabela 21 – Correspondência da divisão de cada zona dos acabamentos e avaliação de fevereiro | 61 |
| Tabela 22 – Correspondência da divisão de cada zona dos acabamentos e avaliação no mês de maio | 63 |
| Tabela 23 – Análise da produtividade no mês de fevereiro..... | 80 |
| Tabela 24 - Análise da produtividade no mês de março | 85 |
| Tabela 25 - Análise da produtividade no mês de abril | 90 |

Lista de Siglas e Acrónimos

| | |
|------|---|
| CE | Consumo Especifico |
| CT | Centro de Trabalho |
| FIFO | <i>First-in, first-out</i> |
| GN | <i>Gás Natural</i> |
| GSL | <i>Gasóleo</i> |
| JIT | <i>Just-In-Time</i> |
| LT | <i>Lead Time</i> |
| OEE | <i>Overall Equipment Effectiveness</i> |
| SMED | <i>Single-Minute Exchange of Die</i> |
| SP | Sakthi Portugal |
| TC | Tempo de Ciclo |
| TEP | Tonelada Equivalente de Petróleo |
| TEEP | Total Effective Equipement Productivity |
| TPM | <i>Total Productive Maintenance</i> |
| TPS | <i>Toyota Production System</i> |
| TT | <i>Takt Time</i> |
| VSM | <i>Value Stream Mapping</i> |
| WIP | <i>Work-In-Process</i> |



1. Introdução

Neste capítulo é elaborado o enquadramento da dissertação, os seus objetivos e metodologia aplicada no desenvolvimento deste projeto. Por fim é apresentado um pequeno resumo de cada capítulo.

1.1. Enquadramento

A indústria está em constante evolução, criando a necessidade de se seguir uma cultura de adaptação ao mercado. Curiosamente, muitas empresas estão a adotar um modelo de produção desenvolvido na década de 50 para atingir a trajetória de maximização do desempenho industrial.

Este modelo surgiu na empresa Toyota, como o *Toyota Production System* (TPS), assentando em 4 pilares: Produção JIT, *autonomation*, força de trabalho flexível e pensamento criativo (Monden, 1998). O TPS tem como objetivo avaliar o fluxo de valor e reduzir tudo o que esteja ligado à produção que não acrescente valor ao produto do ponto de vista do cliente, designado por desperdícios ou mudas (Hines and Taylor, 2000).

Existem 7 tipos de desperdícios sendo estes, defeitos, excesso de inventário, produção em excesso, sobre processamento, esperas, deslocações desnecessárias dos operários e transportes que devem ser vistos como base para a identificação de aspetos de melhoria e otimização dos recursos dum sistema de produção. Adicionalmente, é considerado um oitavo desperdício que é o não aproveitamento do potencial humano (Liker, 2004).

Depois da publicação de um livro que se tornou *bestseller* “The Machine That Changed the World” pelos investigadores do MIT, Womack, Jones e Roos (Womack et al., 1990), o TPS passou a ser conhecido como *Lean Production* por fazer mais com menos, i.e., menos recursos, menos espaço, menos stock, menos materiais e menos tempo. Dois dos autores deste *bestseller* escreveram passados 6 anos (Womack e Jones, 1996) os princípios do *Lean Thinking*. Segundo estes, há 5 princípios inerentes aos sistemas *lean*.

- Identificar as atividades que criam valor na perspetiva do cliente
- Definir o fluxo de valor e remover todos os passos que criem desperdício
- Criar um fluxo contínuo com o objetivo de diminuir os tempos de processamento
- Produzir segundo um sistema de produção Pull



- Melhoria contínua do processo;

com o intuito de ajudar as empresas a implementar o modelo de produção Lean. Para tal, necessitam de pôr em prática várias ferramentas Lean, nomeadamente 5S, Plan-Do-Check-Act (PDCA), OEE, Kaizen, Sistema Pull-Push, 5S, SMED entre outras.

O objetivo de evolução e a adaptação ao mercado global referido é partilhado pela Sakthi Portugal, uma empresa de produção de peças em ferro fundido para a indústria automóvel. Esta apresenta aproximadamente 200 referências e um volume de vendas de 29 milhões de peças previstos para 2012.

Devido à estrutura de produção presente na empresa e, mesmo devido ao tipo de produção em questão, há necessidade de fazer uma estruturação, aplicando algumas metodologias e modelos de produção, sendo considerada a mais importante pela empresa, o *Lean Production*.

A difícil aplicação de alguns conceitos na fábrica, originaram várias lacunas e atrasos na melhoria do sistema produtivo da empresa havendo ainda, um longo caminho a percorrer.

É neste âmbito que se pretende adaptar e aplicar o modelo Lean à secção de acabamentos da empresa, caracterizado pela presença de 5 linhas e 10 células de produção. Problemas como fraco planeamento, excessivo tempo gasto em *setups*, elevado trabalho em curso de fabrico, elevados stocks, são problemas primários sobre os quais se debruçará a dissertação.

1.2. Objetivos

Este projeto tem como objetivo implementar, utilizando as ferramentas do *Lean Production*, melhorias na secção de acabamentos da Sakthi Portugal. Assim, os objetivos específicos deste projeto serão:

- Identificar e reduzir os 7 desperdícios
- Reestruturar o armazenamento do Work-in-Process
- Melhorar a organização nos acabamentos
- Redefinir método de programação da produção
- Melhorar a gestão da informação nos acabamentos
- Aumentar a produtividade

Pretende-se, com o alcance destes objetivos, melhorar o desempenho da secção, através da:

- Redução do WIP
- Redução dos *stocks* em armazém
- Redução dos tempos de preparação das máquinas

1.3. Metodologia de Investigação

A realização da dissertação terá a metodologia investigação-ação (*Action Research*) como metodologia de investigação, já que o investigador estará a realizar a investigação no local da ação (empresa) e irá intervir na ação, participando e interagindo com os colaboradores da empresa (Susman, 1978). Esta metodologia tem 5 etapas de realização (figura 1): diagnóstico, planeamento de ações, implementação da ação, avaliação e discussão de resultados e especificação de aprendizagem.

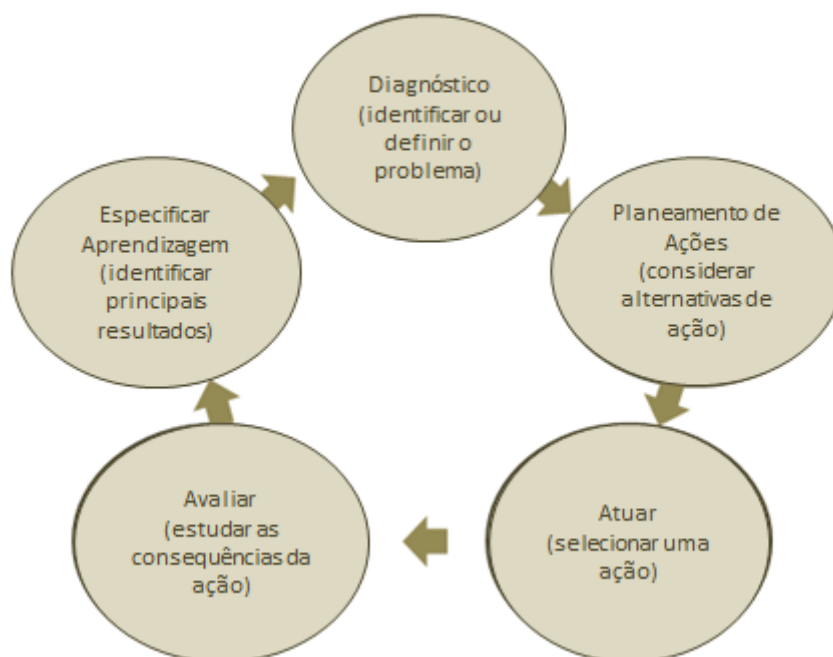


Figura 1 - Fases da Investigação-Ação. Adaptado de Susman (1983), citado em O'Brien (2001)

Na fase de diagnóstico vai ser definido o problema a ser resolvido. Para isso vão ser realizadas análises aos produtos, materiais, defeitos, fluxos, produções, utilizando ferramentas de diagnóstico como 5Why, histogramas, diagramas de causa-efeito, matrizes de competências e prioridades, diagramas de pareto, fluxogramas, cronogramas, *work breakdown structure* (WBS). Na fase de planeamento de ações vão ser preparadas as possíveis ações a implementar para resolver os problemas identificados. Técnicas que podem ser usadas são 5W2H, OEE, identificação dos 7 desperdícios, *benchmarkings*.



Na fase de atuação vão ser implementadas ferramentas do Lean como SMED, 5S, Kaizen, Sistema Pull-Push, JIT. Na fase de avaliação serão avaliados e discutidos os resultados obtidos e finalmente a fase final significa verificar se os problemas foram resolvidos ou não e trabalho futuro a ser realizado para tentar resolver o problema (caso não seja resolvido) ou procurar outros problemas numa perspetiva de melhoria contínua-.

1.4. Estrutura da Dissertação

A dissertação é desenvolvida ao longo de 8 capítulos. No capítulo 1 é feita a introdução ao trabalho, o enquadramento da sua realização, os seus objetivos e metodologia de investigação utilizada.

No capítulo 2 é apresentada a revisão bibliográfica necessária para realizar e perceber os conteúdos deste projeto. São apresentadas as noções de produção *lean* e as suas técnicas e ferramentas.

No capítulo 3 é apresentada a empresa, a sua evolução histórica, os seus produtos, o mercado inserido, a sua missão e a estrutura organizacional.

No capítulo 4 faz-se a descrição e caracterização do sistema produtivo bem como das matérias-primas, componentes e energia utilizada.

No capítulo 5 é apresentada a secção onde é realizada grande parte deste projeto, a secção de acabamentos da empresa. São identificadas as principais referências da produção, as máquinas e operadores presentes e a sua implantação e fluxo de materiais.

No capítulo 6 é realizada a análise e identificação de problemas nos acabamentos. Para tal são feitas análises ABC, avaliação do OEE do setor, um estudo do balanceamento e do WIP e por fim é apresentada uma lista com a síntese dos tipos de desperdícios e oportunidades de melhoria.

No capítulo 7 faz-se a apresentação e implementação de propostas nomeadamente a reestruturação do WIP, implementando os 5S e é apresentada uma alternativa à programação da produção existente. Por último, no capítulo 8, são tiradas as conclusões.



2. Revisão Bibliográfica

Neste capítulo faz-se a revisão bibliográfica dos conceitos que suportam esta dissertação. É feita a apresentação da produção Lean e o seu objetivo de redução de desperdícios. De seguida são apresentadas algumas ferramentas associadas à produção Lean, nomeadamente o ciclo PDCA, o método 5S, o OEE, Heijunka e o paradigma Pull.

2.1. Produção *Lean*

Lean é um conceito adaptado das práticas desenvolvidas na Toyota, conhecido como TPS (Toyota Production System). A palavra Lean advém do propósito de redução de desperdício, por essa razão significa “magra” em inglês. O termo foi introduzido no livro *The Machine that Changed the World* (Womack, Jones, & Roos, 1990).

O TPS teve a sua origem no início da década de 50 na empresa de indústria automóvel Toyota sendo desenvolvido por Taiichi Ohno, Shigeo Shingo e Eiji Toyoda. Inicialmente foi uma adaptação da produção em massa presente nos EUA mas rapidamente se tornou num sistema de produção singular com características tanto da produção em massa como da produção artesanal.

Hoje em dia conhecido como Lean nos países ocidentais, Lean é definido como uma filosofia de produção que concentra toda a empresa na melhoria contínua ao nível da qualidade, dos custos, dos prazos de entrega e da segurança através da eliminação de desperdícios e criação de um fluxo de produção que aumenta a capacidade do sistema em corresponder aos pedidos dos clientes (Plenert, 2007).

2.1.1. Pilares do TPS

A filosofia do TPS assenta nas chamadas “melhores práticas”. Estas estão resumidas na chamada casa do TPS (figura 2), desenvolvida por Fujio Cho, com o objetivo de facilitar a aprendizagem do TPS.

A casa pretende figurar a estabilidade do TPS se forem respeitados os seus alicerces, os pilares e o telhado, levando à melhoria contínua dos processos.

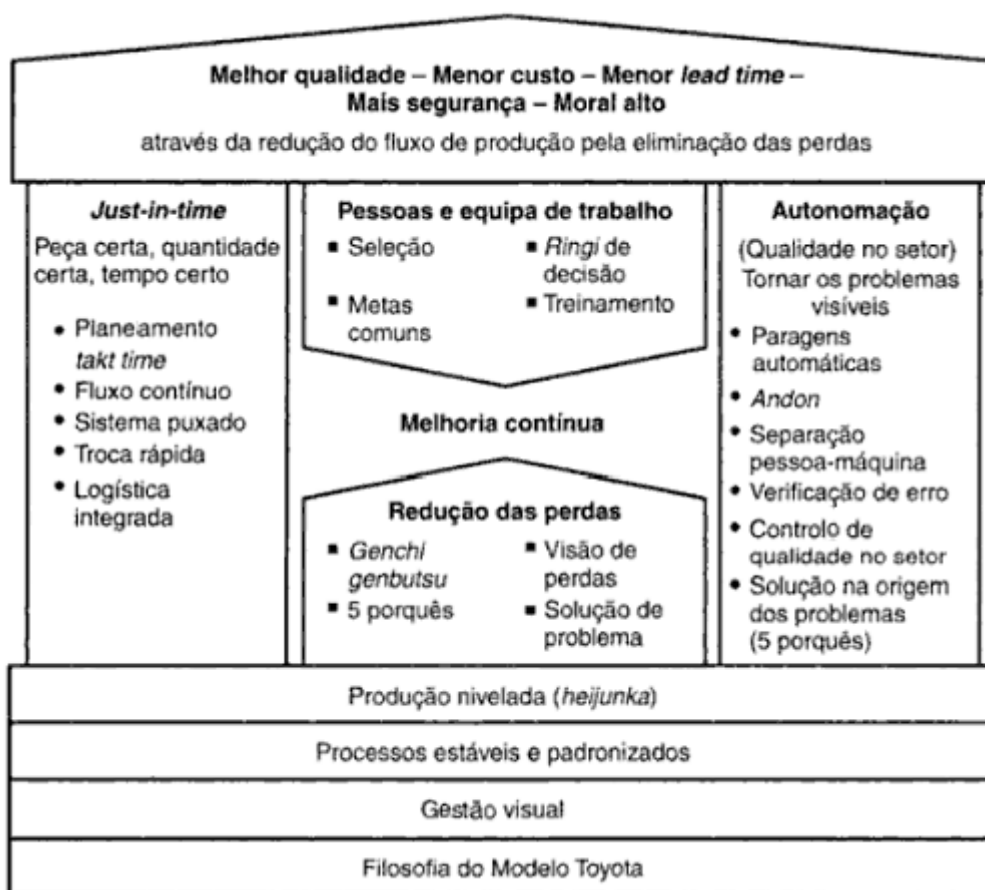


Figura 2 - Casa do TPS (adaptado de Liker, 2004)

Os alicerces da casa são constituídos pela produção nivelada, processos estáveis e padronizados, elevada gestão visual e conhecimento da filosofia Toyota. No centro da casa encontram-se as pessoas e as equipas de trabalho bem como a redução de perdas. No telhado estão representados os objetivos do TPS. O telhado assenta em dois pilares fundamentais da filosofia TPS, o *Just in Time* (JIT) e o *Autonomation*.

2.1.2. Redução de Desperdícios

Um dos pilares do TPS (Toyota Production System) é a redução de desperdícios (*Muda*). São considerados 8 tipos de desperdício (figura 3) que estabelecem o objetivo da sua redução com o intuito de melhoria contínua do sistema produtivo (Kumar, 2006).

Numa definição simples, desperdício são todas as fases em que não é acrescentado valor a um produto desde que a ordem de produção é aceite até à sua entrega no cliente. Os 8 tipos de desperdícios são defeitos, inventário, movimento, tempo de espera, transporte, produção em excesso, sobre processamento e não aproveitamento potencial humano.



Figura 3 – Os 8 tipos de desperdícios

Defeitos – produções que não estejam de acordo com os requisitos do cliente são refugo. As consequências da produção com defeitos são similares à produção em excesso podendo até serem mais danosas como chegarem produtos defeituosos ao cliente.

- Falha humana
- Falta de padrões de inspeção
- Ausência de *Poke-Yoke*

Inventário – qualquer inventário no processo produtivo é desperdício quer sejam matérias-primas, WIP ou produto acabado. Este desperdício, numa produção Lean, é o primeiro que se deve atacar pelos problemas que escondem no processo produtivo. Apesar de, em algumas empresas, ser necessária a existência de algum dos tipos de inventário, usualmente as causas para elevado inventário prendem-se com:

- Fraco planeamento da produção
- Franco balanceamento dos processos produtivos
- Mercado instável

Movimento – deslocações desnecessárias, que não acrescentam valor ao produto, por parte dos operadores na execução das tarefas de produção.

- Falta de *know-how* do operador dos métodos de trabalho
- Métodos de trabalho com pouco ênfase no processo de produção
- *Layout* desorganizado



Tempos de Espera – qualquer tipo de espera numa empresa é desperdício. Em termos de produção, sempre que um operador, equipamento, produto ou informação está à espera sem realizar qualquer atividade é um desperdício, quer seja à espera de um ciclo de uma máquina, devido ao fraco balanceamento da linha, qualquer tempo parado é o desperdício desse recurso.

- Balanceamento da linha
- Ciclo de ação das máquinas
- Avarias
- Falta de Material
- Falta de Autonomia
- Atrasos na produção
- Pouco flexibilidade do operador

Transporte – movimentações desnecessárias de matérias-primas, semiacabados e produtos finais entre operações de produção. Entre as principais razões encontramos:

- *Layout* com falta de adaptação à produção
- Utilização de zonas de armazenamento intermédio entre operações ou fases produtivas
- *Layout* desorganizado

Produção em Excesso – acontece quando a quantidade produzida é superior à quantidade encomendada. Dentro das causas para o desenvolvimento deste desperdício encontramos

- Produção de lotes grandes.
- Erros de previsão da procura
- Fraco planeamento da produção
- Instabilidade do mercado

Produção em excesso é o desperdício mais crítico visto estar ligado a todos os desperdícios, produção que irá aumentar os custos de inventário e caso não seja vendido origina custos de produção sem retorno como matérias-primas, homens, máquinas e todas as infraestruturas envolvidas.

Sobre Processamento – operações não necessário ou incorretas na conceção do produto. Razões para isso são:

- Método de fabrico mal estabelecido
- Falta de Know-How dos operadores



- Máquinas não adequadas

Não Aproveitamento do Potencial Humano - desperdício diz respeito à fraca utilização dos recursos humanos à disposição numa empresa. Os principais motivos para este desperdício acontecem pelos seguintes motivos:

- Má gestão dos recursos humanos
- Conhecimentos insuficiente das competências dos trabalhadores

Mediante estes desperdícios a figura 3 representa ferramentas e técnicas *Lean* usadas para contrariar a produção de desperdícios.



Tabela 1 - Contramedidas aos desperdícios

| Desperdício | Contra Medida |
|--|--|
| Defeitos | Metodologias de Resolução de Problemas |
| | Estandardização de Operações |
| | TPM |
| | Automatização |
| | Poka-Yoke |
| Inventário | Sistemas de Produção Pull |
| | Produção em Pequenos Lotes |
| | Técnicas de Gestão Visual |
| | SMED |
| | One-Piece Flow |
| | Heijunka Box |
| Movimento | Implantação Ergonómica |
| | Estandardização de Operações |
| | One-Piece Flow |
| | 5S |
| Tempo de Espera | Estandardização de Operações |
| | SMED |
| | Sistemas de Produção Pull |
| | Heijunka Box |
| Transporte | Produção em Células |
| | Kanban |
| Produção em Excesso | Sistemas de Produção Pull |
| | One-Piece Flow |
| | Heijunka Box |
| Sobre Processamento | Estandardização de Operações |
| | One-Piece Flow |
| Não Aproveitamento Potencial Humano | Estruturar Métodos de Trabalho |
| | Estandardização de Operações |
| | Fomentar Trabalho de Equipa |
| | Metodologias de Resolução de Problemas |



2.2. Técnicas e Ferramentas da Produção *Lean*

2.2.1. Ciclo PDCA

O ciclo PDCA (plan-do-check/study-act) é uma metodologia de resolução de problemas focado na melhoria contínua.

Idealizado por Shewhart em 1939, apenas mais tarde, por intermédio de Deming, considerado um dos pioneiros do controlo da qualidade moderna, foi tornado popular com a sua utilização no sistema de produção da Toyota. Aplicado essencialmente nas ferramentas “Policy Deployment” e A3, pelos gestores da Toyota, o ciclo PDCA teve grande êxito na resolução de problemas (Monden, 1998).

O facto de o ciclo estabelecer metas claras e criar um processo repetitivo de melhoria contínua são pontos que tornam a metodologia atual.

O ciclo PDCA é composto por 4 etapas (figura 4).

A primeira é o Planeamento (*Plan*) que necessita de 4 fases para ser realizado.

- Identificação e Descrição do Problema (fase 1)

Consiste em identificar e determinar com exatidão o problema existente, da melhor forma possível.

- Observação do Problema e Análise do Processo Associado (fase 2)

É a fase de observar o problema identificado com o intuito de recolha de dados, mostrar claramente que o problema existe e analisar o processo identificado.

- Identificação e Análise das Causas (fase 3)

Através da análise dos dados recolhidos são agora estabelecidas as causas dos problemas encontrados.

- Realização do Plano de Ações (fase 4)

Esta é a fase do planeamento de ações a executar no próximo passo do ciclo.

Estas 4 fases de planeamento estão associadas ao MASP (Método de Análise e Solução de Problemas) e representa uma divisão do ciclo PDCA em 8 fases. Teoricamente, a etapa de planeamento consome 80% do tempo despendido em cada ciclo PDCA.

A segunda etapa do ciclo PDCA é a Execução (*Do*).

Com o trabalho realizado na primeira etapa parte-se para a realização do projeto conforme o plano de ações. As implementações devem ser sequenciais, começando pelas que tenham melhor relação maior impacto positivo, maior facilidade de implementação e menor custo, acabando-se com as implementações com menor impacto, menor facilidade e maior custo. Esta sequenciação é realizada através de brainstormings, matrizes de priorização e matrizes GUT. Depois de concluída esta fase é necessário atribuir tarefas e calendarizar a sua execução. Para além da execução, esta fase já comporta o início da recolha de dados para serem analisados posteriormente.

A etapa que se segue à execução é a Verificação de Resultados (*Check*) que tal como o nome indica, mede a eficiência da Execução, verificando os resultados.

Para esse efeito é necessário monitorizar e avaliar os resultados das implementações confrontando-os e comparando-os com os resultados esperados e a situação antes das implementações. Esta fase acaba com a caracterização e apresentação dos resultados.

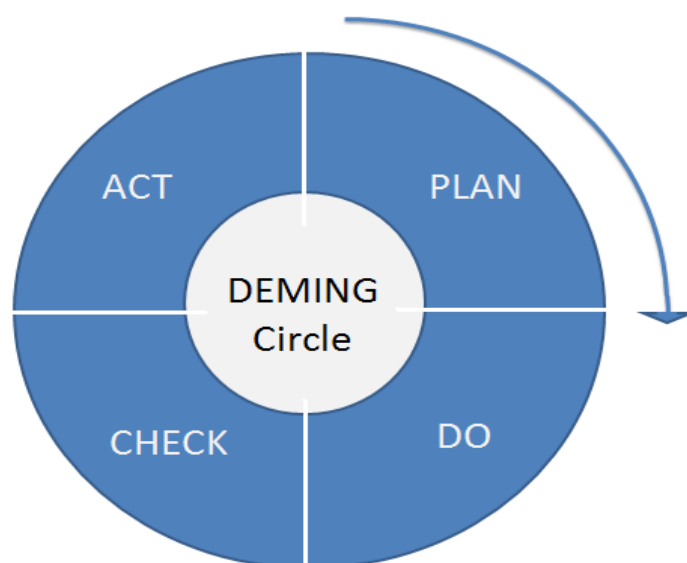


Figura 4 – Fases do ciclo PDCA

Por último temos a etapa designada por Agir Corretivamente (*Act*), que se pode dividir em dois focos de trabalho. Caso os resultados medidos na Verificação de Resultados sejam o esperado e pretendido, o foco será padronizar o processo e formalizar a sua implementação bem como adaptar o sistema envolvido a trabalhar segundo as novas instruções de trabalho. Se a empresa tiver o intuito de melhoria contínua será começado novo ciclo PDCA com outro problema principal.



Por outro lado, caso os resultados não sejam o esperado, à que investigar as causas e tomar ações corretivas, estabelecendo um novo plano de ações de forma a atingir o resultado esperado. Caso se conclua que se está próximo do resultado pretendido são realizadas ciclicamente fases de Agir Corretivamente com o intuito de melhorar pequenos pontos para apresentar o resultado final. Caso o grupo conclua que ainda são necessárias alterações significativas continua-se o ciclo começando-se novamente na etapa de planeamento, sendo por esse motivo, o ciclo PDCA, considerado em espiral.

O PDCA não tem um final definitivo. É um ciclo de melhoria contínua que pretende ser vicioso e aperfeiçoar o sistema com a realização cíclica do processo. Apesar de se estabelecer como prioritário num ciclo PDCA a resolução de problemas críticos no sistema, este deve ser aplicado a qualquer processo com o objetivo de otimizá-lo.


Um ponto importante no PDCA é permitir uma margem de erro superior ao tradicional por ser implementado em ambiente estipulado e controlado, criando a possibilidade de se aplicar e testar uma variedade de soluções distintas. Os passos de resolução estão bem distintos sendo apenas necessário definir as ferramentas a aplicar para se traçar o caminho a seguir. Esse facto pressiona o grupo a avançar com o trabalho e como consequência a melhoria contínua. Os grupos PDCA devem ter entre 4 a 7 elementos, sendo que, a divisão de tarefas, proporciona a que o grupo seja constituído por elementos de diferentes áreas.

A formalidade, rigor e tempo necessário à resolução do problema, acabam por ser o motivo da ainda pouca utilização da metodologia na maioria das empresas. Em situações que se espera uma rápida resposta ao problema, o PDCA pode não ser o melhor a aplicar.

Em conclusão, o ciclo PDCA é uma metodologia simples de realizar mas eficaz na resolução de problemas e gestão de novas implementações, garantindo que as ideias são devidamente testadas antes do projeto final. O facto de o ciclo ser passível de aplicação em diferentes ambientes, torna-o universal e assim útil de ser dominada.

O ciclo PDCA começa com a etapa de Planeamento, na qual o problema é identificado e é planeada a sua resolução com exatidão. Na etapa de Execução o plano é realizado e testado na etapa de Verificação de Resultados com o objetivo final de implementar a versão final na etapa de Agir Corretivamente.

Tabela 2 – Metodologias e Técnicas Utilizadas para cada Fase



| | Identificação e Descrição do Problema (fase 1) | Observação do Problema e Análise do Processo (fase 2) | Identificação e Análise das Causas (fase 3) | Realização do Plano de Ações (fase 4) | Execução (fase 5) | Verificação de Resultados (fase 6) | Agir Corretivamente (fase 7) |
|-----------------------|--|---|---|---------------------------------------|-------------------|------------------------------------|------------------------------|
| Brainstorming | X | | X | X | X | | |
| TNG | X | | | | | | |
| Folha de Verificação | X | X | X | | | X | |
| Matriz de Priorização | X | X | | | X | | |
| Diagrama de Pareto | X | X | | | | | |
| Carta de Controlo | X | | | | | X | |
| 5W2H | X | | | X | | | X |
| Estratificação | | X | | | | X | |
| Fluxograma | | | | X | | X | X |
| Histograma | | X | X | | | X | |
| Diagrama Causa Efeito | | | X | | | | |
| 5 Porquês | | | X | | | | |
| Matriz GUT | | | X | X | X | | |
| Gráfico de Dispersão | | | X | | | | |
| Diagrama PERT | | | | X | | | |
| Diagrama Árvore | | | | X | | | X |
| WBS | | | | X | | | |

2.2.2. 5S

Os 5S são uma prática de gestão do ambiente de trabalho com o intuito de o manter limpo, organizado e funcional, bem como, facilitar o controlo visual e futuras implementações *lean* (Wilson, 2009).

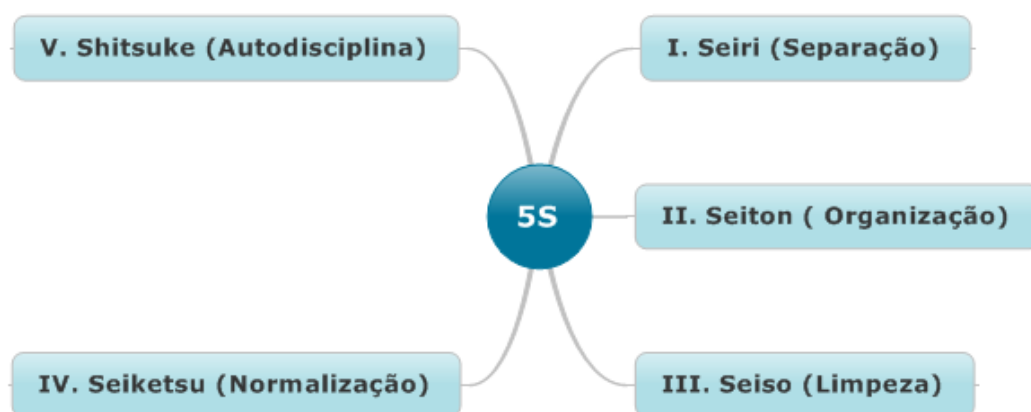


Figura 5 - Os cinco princípios da metodologia 5S

Apesar de ser uma metodologia geralmente conhecida por parte das empresas, é muitas vezes subestimada. Segundo um estudo realizado pela Toyota e Honda, estima-se que entre 25% a 30% dos defeitos de qualidade estarão diretamente relacionados com a segurança, limpeza e ordem no posto de trabalho (Bruce A. Henderson, 1999)

A palavra 5S deriva de 5 palavras japonesas (figura 5) que simbolizam os 5 princípios associados para a sua aplicação, sendo elas:

Seiri - Senso de utilidade e separação

A primeira fase consiste na identificação dos objetos e limpeza da área em que se pretende aplicar os 5S, separando os objetos que não tenham uma utilização regular, por exemplo nos próximos 30 dias, e eliminando os que não serão utilizados. Como benefícios, pretende-se melhorar a utilização do espaço de trabalho, diminuir *stocks*, melhorar a circulação de materiais e diminuir os tempos de procura de materiais.

Seiton – Senso de identificação, organização e localização

Seiton tem a função de identificar e organizar os objetos na área de atuação. Todos os objetos devem ser classificados e etiquetados como pertencendo a essa área. Isto faz com que o operador tenha rápido e visível acesso á ferramenta, recursos e materiais pretendidos. Esta fase pretende, como principais pontos a favor, estabelecer um acesso fácil e uniformizado aos



objetos com vista a diminuir desperdícios associados a movimentos, transportes e tempos de espera na área de trabalho, facilitar ações de abastecimento e maior facilidade de controlo do trabalho em curso de fabrico e produto acabado.

Seiso – Senso de limpeza e zelo

A terceira fase diz respeito à identificação das fontes de sujidade e à limpeza do ambiente de trabalho. Este deve ser limpo pelo operador que, deve ter noção da importância de manter limpo o seu local de trabalho tanto seja o caso de o estar a limpar para que o próximo operador o possa utilizar, quer seja para benefício próprio. Para tal, os equipamentos de limpeza devem estar perto do posto de trabalho, devem existir regras de limpeza e estar estabelecida a frequência de limpeza. Num posto de trabalho organizado, as operações de limpeza devem constituir 10 minutos durante as trocas de turno (Feld, 2000).

Como vantagens deste comportamento encontramos o facto de estabelecer uma cultura de zelo pelo posto de trabalho por parte do operador, mantendo os equipamentos e ferramentas em boas condições e melhorar a qualidade do ambiente de trabalho e companheirismo.

Seiketsu – Senso de padronização e normalização

Seiketsu diz respeito à normalização e padronização dos 3S anteriores. Se as atividades estabelecidas não se tornarem regra, os postos de trabalho voltarão rapidamente às velhas formas de trabalho. Nesse sentido devem ser realizadas auditorias com expectativas qualitativas e quantitativas das áreas de responsabilidade e devem envolver todos os operários com vista a fomentar a responsabilidade dos envolvidos. Esta fase é considerada como um ponto-chave para o sucesso da implementação dos 5S por ter o objetivo de assegurar a metodologia, se bem empregue, no futuro.

Shitsuke – Senso de Autodisciplina e compromisso

A última e mais complicada fase denominada por Shitsuke consiste em focar todos os intervenientes do espaço de trabalho, desde os operários da produção até à gestão de topo, em criar responsabilidade na manutenção dos 5S. Há que criar a cultura 5S para estabelecer o hábito 5S, com o tempo, a necessidade de controlo vai constantemente ser reduzida. Este é o senso que dita o sucesso ou não na implementação e necessita de elevado senso de compreensão, responsabilidade e acima de tudo autodisciplina já que cada indivíduo terá de desenvolver o seu próprio senso de ordenação e assumir o compromisso com a metodologia. A



monitorização desta fase compreende a avaliação do cumprimento dos procedimentos estabelecidos e a realização de reuniões de avaliação.

Através destes procedimentos, espera-se como grandes benefícios, uma melhoria nas relações humanas na área e uma melhoria do desempenho global.

O método 5S não tem grande custo associado nem um grau de formação elevado. Necessita ainda assim de elevado empenho e envolvimento de toda a organização.

2.2.3. OEE

O OEE tem origem no TPM, é um indicador de desempenho da produção não só com o intuito de quantificar o desempenho dos equipamentos, mas também como métrica da melhoria contínua dos equipamentos e processos produtivos. A sua medição traduz o desempenho dos equipamentos e a forma como são conduzidos determinando a produtividade dos processos produtivos, influência da mão-de-obra e defeitos produzidos. Foi desenvolvido por Nakajima com a finalidade de se tornar o indicador chave do TPM.

Uma condição básica para uma boa gestão industrial é possuir um conjunto de indicadores representativos do desempenho industrial da fábrica com o objetivo de maximizar a operacionalidade e o desempenho dos equipamentos em termos de eficiência e qualidade. O OEE deve ser um indicador relevante em empresas cuja produção dependa principalmente do bom desempenho dos equipamentos (Vallespir, 2010).

O cálculo do OEE é realizado tendo em consideração 3 grandes grupos:

- Perdas causadas por paragens não planeadas (disponibilidade)
- Perdas resultantes do equipamento não funcionar á velocidade nominal (eficiência\velocidade)
- Perdas da qualidade dos produtos (qualidade)

Estes 3 grupos são a representação das “6 grandes perdas dos equipamentos (Moore, 2007).

- Paragens (avarias de equipamentos)
- Set-up e afinações (mudança de referências, ajustes\afinações e outras paragens)
- Micro-paragens (pequenas paragens devido ás características da produção)
- Velocidade operacional reduzida
- Rejeições no arranque

➤ Rejeições em produção

| Categoria de perda | Perda de OEE | Exemplos | Notas |
|---------------------------------|-----------------|---|---|
| Paragens | Disponibilidade | <ul style="list-style-type: none"> • Avaria de máquina • Ruptura de ferramenta • Manutenção não planeada • Falta de operador | <ul style="list-style-type: none"> • Definir limite entre “Downtime” e quebra de velocidade |
| Set-Up e afinações | Disponibilidade | <ul style="list-style-type: none"> • Mudanças de referência • Falta de matéria-prima | <ul style="list-style-type: none"> • Reduzir perdas através da metodologia SMED |
| Micro-paragens | Eficiência | <ul style="list-style-type: none"> • Fluxo produtivo obstruído • Variações nas características do produto • Necessidade de limpezas e verificações | <ul style="list-style-type: none"> • Inclui todo o tipo de pequenas paragens e que não necessitem de pessoal externo (manutenção) |
| Velocidade operacional reduzida | Eficiência | <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste de equipamento • Ineficiências do operador • Retrabalho | <ul style="list-style-type: none"> • Qualquer motivo que impeça o processo de decorrer à velocidade máxima (tempo de ciclo padrão) |
| Rejeições no arranque | Qualidade | <ul style="list-style-type: none"> • Sucata • Retrabalho • Sucata produzida na fase de set-up | <ul style="list-style-type: none"> • Rejeições durante a fase de set-up, arranque ou outra fase inicial do processo. |
| Rejeições em produção | Qualidade | <ul style="list-style-type: none"> • Mesmas causas que o item anterior | <ul style="list-style-type: none"> • Rejeições durante o processo estabilizado |

Figura 6 – As seis categorias da perda no OEE

Os 3 grandes grupos em fatores numéricos multiplicados representam o OEE. A sua forma de cálculo é:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Eficiência} \times \text{Qualidade} \times 100,$$

Sendo para Nakajima a meta ideal, um OEE de 85% de OEE. Este valor é considerado “World Class OEE”

Apesar da relevância dos resultados do OEE, este não pode ser generalizada ou vista de forma singular, é antes um valor genérico.

Numa perspetiva geral, um OEE de 65% pode ser ótimo numa empresa e muito abaixo de potencial noutra empresa, até do mesmo ramo. Uma grande causa dessa disparidade é o nível de automatização do sistema produtivo. Um OEE de 65% num sistema maioritariamente manual ou semiautomático é usualmente um bom valor ao contrário de um sistema automático.

Uma outra perspetiva errada na avaliação do OEE é analisar o resultado singularmente, ou seja, sem consideração às 3 variáveis que o compõem.

Um exemplo prático é:



Tabela 3 - Caso de estudo sobre avaliação OEE

| Valores exemplificativos para uma má avaliação dum resultado do OEE | | | |
|---|-----------------|--------|------|
| | Disponibilidade | 0,9 | 0,8 |
| | Eficiência | 0,9 | 0,8 |
| | Qualidade | 0,8 | 0,95 |
| | OEE | 0,65 | 0,61 |
| | caso A | caso B | |

Apesar do valor de OEE superior no caso A, poucas seriam as empresas que abdicariam da qualidade dos produtos produzidos para aumentar a disponibilidade e a velocidade, sendo assim, preferível o caso B.

Apesar do OEE ser um indicador muito relevante e medido, deve ser complementado com outros indicadores de desempenho, isto porque, o OEE calcula a eficiência tendo apenas por base os tempos de produção que efetivamente o equipamento está a produzir. As avaliações de indicadores que tenham em consideração as taxas de utilização dos equipamentos devem ser consideradas, sendo exemplo disso a taxa de utilização dos equipamentos ou o TEEP.

Com isto, o principal objetivo do OEE não é fornecer um indicador de desempenho ótimo mas sim, fornecer um indicador simples e capaz de passar a informação necessária para objetivar onde devem ser gastos os recursos de melhoria no sistema.

2.2.4. Heijunka

Heijunka, palavra japonesa que literalmente significa “fazer plana e nivelada”, é a distribuição alternada do volume de produção ao longo de um período de tempo.

Com a aplicação do heijunka pretende-se diminuir o tamanho dos lotes de produção aumentando a variabilidade de produtos produzidos (figura 7) proporcionando ao cliente o que quiserem, quando quiserem e mantendo o fluxo de valor do sistema a um ritmo constante. No lugar de se produzirem grandes lotes de um produto e depois armazená-lo até que seja vendido, o nivelamento pretende produzir uma certa quantidade de vários produtos todos os dias (Natalie J. Sayer, 2007).

Este tipo de nivelamento leva a um fluxo contínuo de informação e materiais pelo sistema minimizando inventários, tempos mortos e reduzindo consequência do “efeito-chicote”.

Um exemplo simples do nivelamento da produção é alterar um plano de produção com a sequência *aaaaabbbcc* para a ordem de produção *abacababa* (onde a,b,c são modelos ou produtos). É assim fácil perceber que tempos de *setup* reduzidos são cruciais para facilitar o *Heijunka*. Por esse motivo a metodologia SMED deve ser uma prática de qualquer sistema que pretenda implementar este tipo de nivelamento.

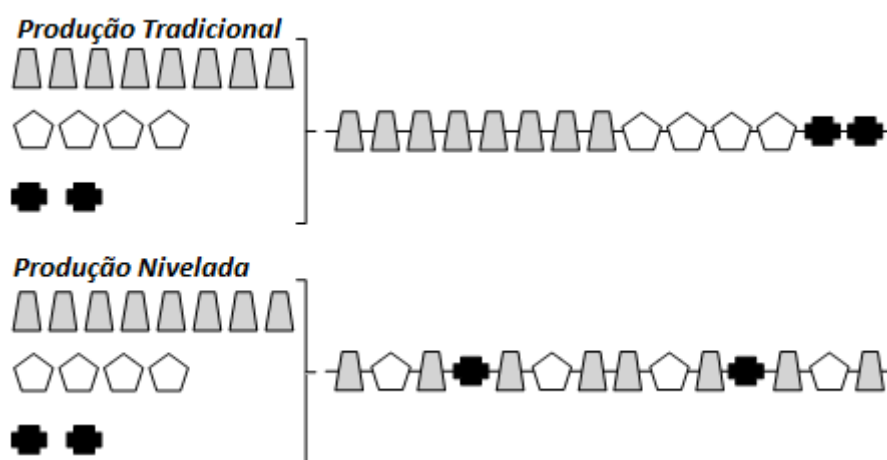


Figura 7 – Exemplo de nivelamento da produção (adaptado de Sayer, 2007)

O cálculo da sequência ótima pode ser um algoritmo complexo. É baseado no tempo de ciclo, horas de trabalho disponíveis, tempos de *setup* e procura, sendo por isso usualmente calculado recorrendo a *software*.

O principal instrumento do nivelamento da produção é chamado de Heijunka Box (figura 8) e não é mais do que um quadro com a programação da produção onde, geralmente, as linhas são dedicadas a cada produto ou família e as colunas para cada período de tempo ou estação de trabalho.

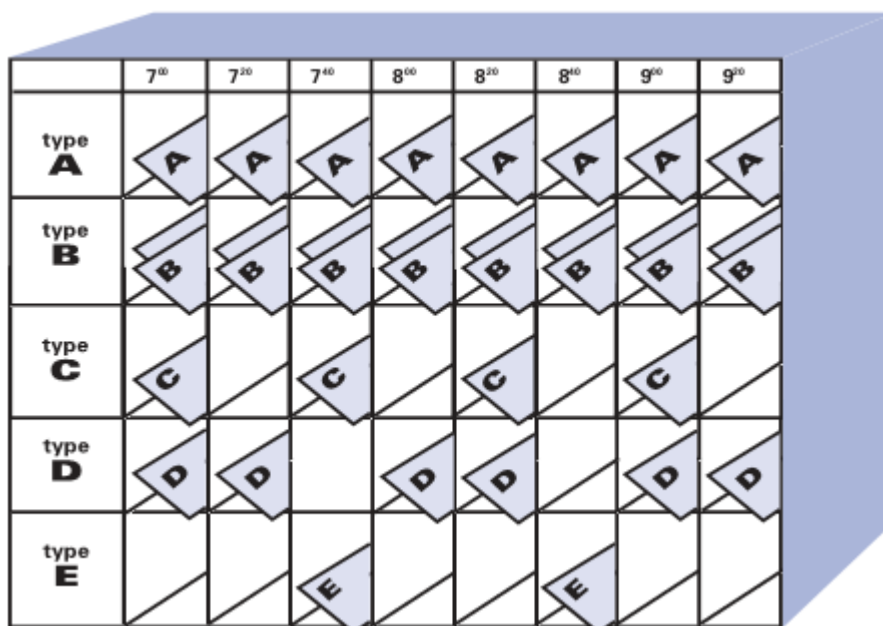


Figura 8 – Exemplo de uma Heijunka Box (adaptado Lean Institute, 2008)

A sequenciação de produção é feita através de *Kanbans* colocados nos espaços que relacionam a produção do produto a produzir com o espaço de tempo ou estação de trabalho pretendido, tornando fácil a visualização da linha de produção futura. Os cartões vão sendo removidos do *Heijunka Box* à medida que as produções vão sendo acabadas.

A estabilidade conseguida na produção com esta metodologia permite uma maior flexibilidade para a aplicação de novas técnicas constituindo, um dos pilares do TPS, facilitando consideravelmente a introdução de técnicas *lean* desde a standardização do trabalho até ao *one-piece flow*. Tal promove uma melhor distribuição da carga de trabalho dos operadores, uma melhor gestão dos prazos de entrega e uma redução dos desperdícios.

2.2.5. Sistema Pull

Num sistema de produção Pull (figura 9), as quantidades a produzir e o *timing* de lançamento da ordem de produção é ditada pelas encomendas do cliente, tanto encomendas internas como externas. O inventário é reabastecido de acordo com as encomendas do cliente sendo essa a principal razão para a adoção do paradigma num sistema produtivo, a redução de *stocks*.

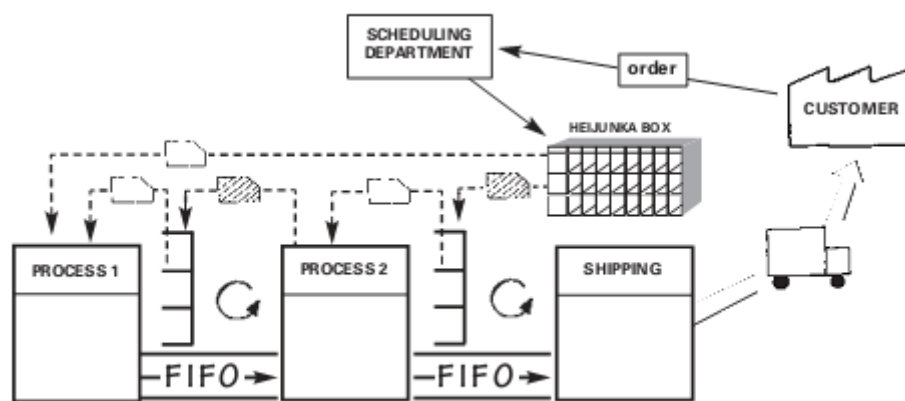
Este sistema produtivo contrasta com o paradigma Push onde o lançamento das encomendas é feito através da previsão da procura ou por reposição de *stocks* de produto final.

A tabela seguinte compara os dois paradigmas:

Tabela 4 – Comparação entre paradigma Push e Pull

| | Push | Pull |
|--|---|--|
| Ordens de Lançamento | Planeado ou Calendarizado | Ordem do Cliente |
| Avanço do Lançamento | Avança Mal Esteja Pronto para Próximo Processo | Avança Quando Próximo Processo Requer |
| Forma do Lançamento | Papel ou Computador (ex. MRP) | Kanban, Caixa Vazia |
| Horizonte do Planeamento | Longo | Curto |
| Produto Standard | Não Necessário | Geralmente Necessário |
| WIP elevado | Sim | Não |
| Pontos Negativo | Demasiado Inventário | Não Há Planeamento |
| | Dificuldade de Avaliar Visualmente | Não tem a Possibilidade de Entrega Imediata no Cliente |
| | Requer Maior Circulação de Informação | |
| | Lead Time Elevado | |
| Pontos Fortes | Produção Sazonal | Repetitivo |
| | Possibilidade de Entrega Imediata no Cliente | Facilidade de Adaptação do Sistema aos Requisitos do Cliente |
| | Maior Controlo sobre Planeamento dos Recursos de Produção Necessários | Grande Controlo sobre a Produção e Inventário |
| Facilidade de Melhoria Contínua | Pequena | Grande |
| Deteção de Problemas | Relatório Gerados por Computador | Facilidade de Deteção no Terreno de Trabalho |

Num sistema Pull o trabalho avança quando a próxima fase de produção puxa a encomenda para ser processada nesse centro de trabalho repetindo-se este processo até o produto passar todas as fases de processamento. O produto final é puxado pelo cliente.



Mixed Supermarket and Sequential Pull System.

Figura 9 – Exemplo produção pull (adaptado Lean Institute, 2008)

Para além do paradigma *Pull* e do *Push* há ainda a *Pull-Push* que se traduz por existir no sistema produtivo ambos os paradigmas. Dependendo do tipo de produção e empresa, este pode ser o melhor método de otimização.

3. Caracterização da Empresa

O presente capítulo tem a função de apresentação da empresa em estudo para a elaboração desta dissertação. Com o intuito da apresentação será feita uma exposição da empresa, sua evolução histórica, o tipo e destino dos produtos produzidos, a missão da empresa e a sua estrutura organizacional.

3.1. Identificação e Localização

A empresa onde esta dissertação foi desenvolvida chama-se Sakthi Portugal e a sua atividade reside na produção de componentes em ferro fundido, tendo como mercado exclusivamente a indústria automóvel. A Sakthi Portugal é uma divisão da Sakthi Sugars Ltd e membro da Sakthi Group (figura 11). A empresa mãe, a Sakthi Sugars, tem a sua sede na Índia, mais precisamente na cidade de Coimbatore. Dedicou-se à produção de açúcar na década de 60 sendo hoje em dia produtora de variados produtos desde etanol, produtos à base de soja, produção de energia, indústria têxtil, logística, componentes para automóveis, entre outros sectores. A Sakthi Portugal é uma empresa participada pela Sakthi Group desde 2007.



Figura 10 – Sakthi Portugal

A Sakthi Portugal localiza-se na Maia, na freguesia de Vermoim e apresenta como ótima característica os seus acessos. Está localizada a 10km da cidade do Porto, 12km do Porto de Leixões e a 8Km do Aeroporto Francisco Sá Carneiro. A Sakthi Portugal está implantada numa área de 65.356m².

3.2. Evolução Histórica

Apesar da Sakthi Portugal ter sido adquirida em 2007 pela Sakthi Group, a empresa já existe desde Junho de 1998 e nasce fruto de uma Joint-Venture entre o grupo Internet e o grupo Jorge Melo. O seu nome aquando da formação era Portcast



Figura 11 – Logotipo do Grupo Sakthi

A partir de 2007, foi comprada pela Sakthi Group estando ainda presentemente sob o nome de Sakthi Portugal.

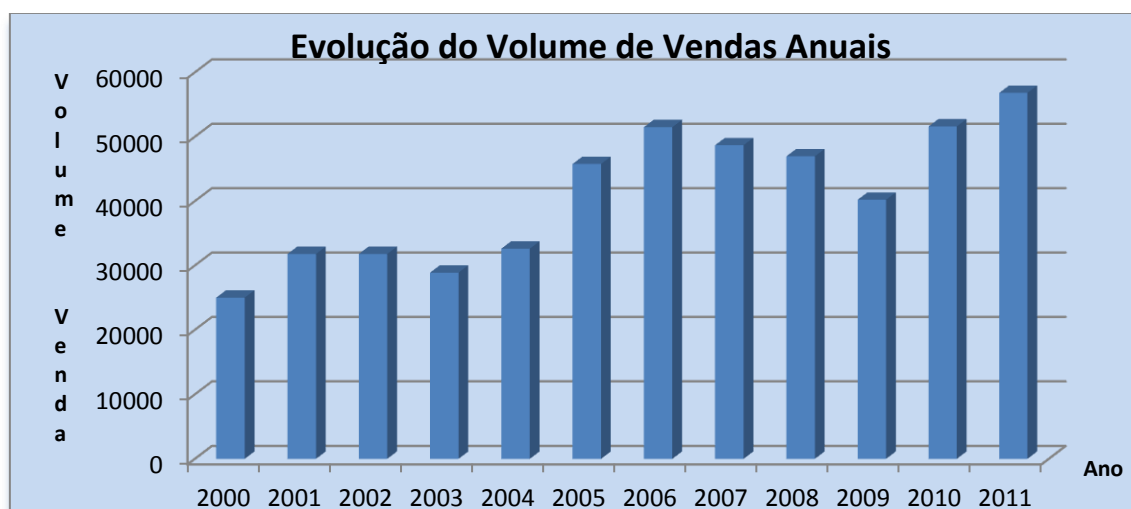


Figura 12 – Evolução do volume de vendas anuais desde 2000

A evolução da Sakthi Portugal tem sido muito favorável desde a sua fundação no que diz respeito tanto ao volume de negócio como no avanço no mercado de fornecimento de componentes em ferro fundido para a indústria automóvel.

Desde o ano 2000 que o volume de negócio tem vindo a subir registando no ano de 2005 um crescimento assinalável. Esse crescimento foi depois abalado pela crise no sector automóvel tendo como pico descendente o ano de 2009 (Figura 12). Apesar disso a empresa não só

conseguiu resistir à crise como ainda reagir positivamente e aproveitar as oportunidades que aí advieram.

Em 2010, com a falência de algumas empresas concorrentes, a Sakthi Portugal conseguiu, adquirindo os negócios dessas empresas falidas, expandir-se consideravelmente no mercado sendo neste momento um nome de referência no seu sector a nível europeu.

3.3. Produtos

A Sakthi Portugal produz componentes para automóveis em ferro fundido. Derivado do mercado inserido e dos componentes em causa, os seus produtos são considerados de segurança crítica.

Tabela 5 – Família de produtos produzidos pela Sakthi Portugal

| Família de produtos produzidos | |
|--------------------------------|---|
| ➤ | Sistema de travagem (45% do volume de vendas) |
| ➤ | Sistema de direção (27% do volume de vendas) |
| ➤ | Sistema de suspensão (9% do volume de vendas) |
| ➤ | Sistema de motor (18% do volume de vendas) |

Há 4 famílias de produtos sendo as peças inerentes ao sistema de travagem as de maior produção.

Considerando que os produtos produzidos requerem grande rigor na sua segurança, a Sakthi necessita de elevados padrões de qualidade sendo esse um dos principais pontos de sucesso da empresa. Estima-se que neste momento perto de 80% dos carros a circular em solo europeu possuam pelo menos uma peça produzida na Sakthi, maioritariamente no seu sistema de travagem.



Figura 13 – Exemplos de componentes produzidos na Sakthi

3.4. Destino dos Produtos

A produção da Sakthi Portugal tem como destino maioritário o mercado externo nomeadamente para países como Espanha, França, Alemanha e Inglaterra. Constam como principais clientes da empresa (Figura 14) a Continental Automotive, TRW, PSA, Mercedes, Dana Spicer, Neapco, Bosch, Magna, GKN, CIE Automotive.

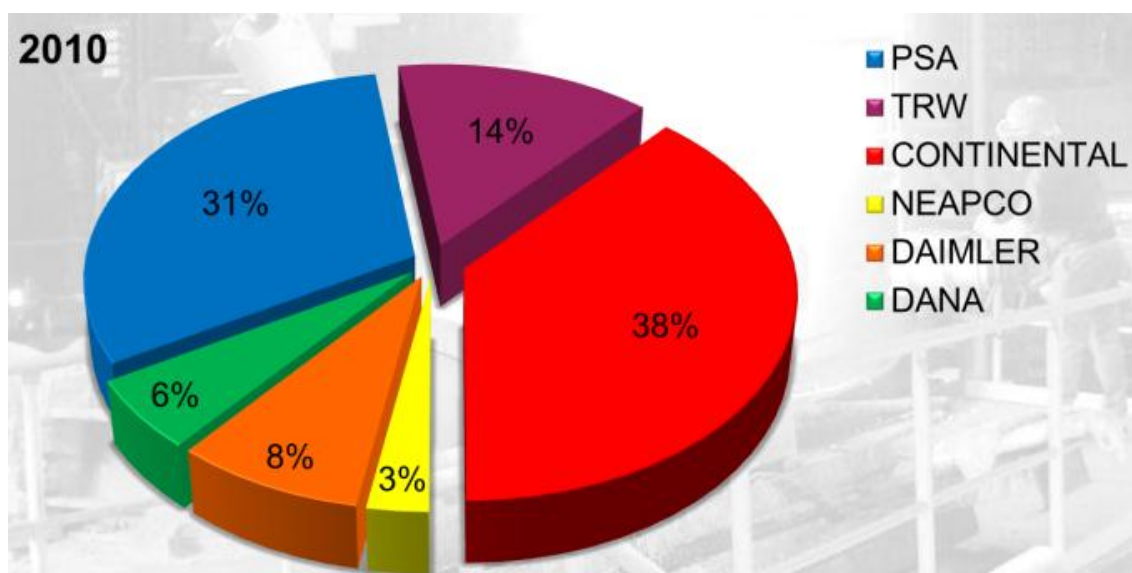


Figura 14 – Clientes da Sakthi Portugal em 2010

Para além disso é um forte fornecedor da Autoeuropa.

Tabela 6 - Principais Mercados e Clientes

| Mercado | Cliente | Linha Produto |
|------------|----------------------|---------------------|
| França | TRW | Industria Automóvel |
| | PSA | |
| | Bosch | |
| Inglaterra | TRW | |
| | Dana Spicer | |
| Alemanha | TRW | |
| | Daimler | |
| | Continental Teves AG | |
| | Neapco | |
| Espanha | Bosch | |



| | |
|-----------------|----------------------------|
| | Kyb |
| | CIE Automotive |
| | SAMS |
| Portugal | Continental Teves Portugal |
| | Continental Automotive |
| Eslováquia | Systemes Slovakia |
| Áustria | Magna Power Train |
| Itália | GKN |
| República Checa | CIE Automotive |
| | TRW |

3.5. Missão e Visão

A missão lançada na empresa prende-se com o minimizar defeitos aumentando a qualidade dos produtos. Para tal está planeado para um futuro próximo uma reestruturação de máquinas e implantações da empresa com o intuito de automatizar a deteção de defeitos. Ainda num contexto de evolução, a Sakthi Portugal pretende aumentar a sua capacidade estando a ponderar a expansão da fábrica para introduzir duas novas linhas de produção (atualmente a empresa tem 4 linhas de produção).

É de extrema importância para a empresa o cumprimento do prazo de entrega, zero defeitos e elevado profissionalismo na relação Sakthi/Cliente.

3.6. Estrutura Organizacional e Recursos Humanos

Para a Sakthi Portugal é extremamente importante o envolvimento de todos os colaboradores, que estes tenham as competências necessárias e estejam motivados.

Faz parte do processo de gestão de recursos da empresa a identificação das necessidades dos recursos humanos em função das competências definidas para cada atividade, mediante essa necessidade é feita a seleção, recrutamento e integração de novos elementos. Um outro ponto trabalhado pelos recursos humanos é a medição da satisfação dos colaboradores de forma a

assegurar que o pessoal está consciente da relevância e importância das suas atividades e como estas contribuem para atingir os objetivos.

No que toca à evolução do quadro de pessoal (figura 15), em 2011 a empresa contava com 411 postos de trabalho.

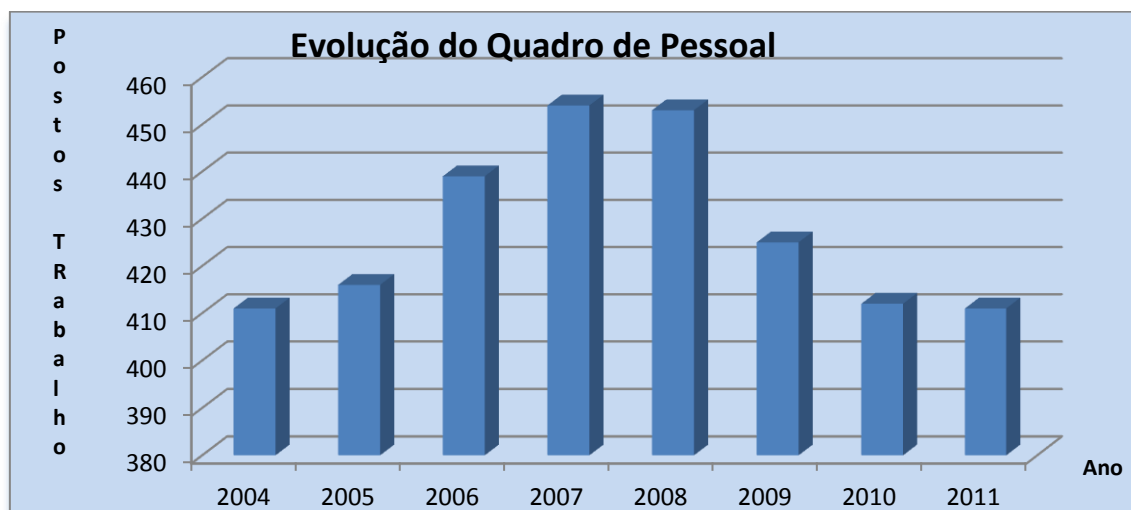


Figura 15 – Evolução do quadro de pessoal até 2011

Através da comparação entre o volume de vendas anuais e a evolução do quadro de pessoal, conclui-se que, apesar da crise no sector em 2007, a empresa não apostou na redução de pessoal, tendo no ano de 2008 mantido um número semelhante. Já em 2009 a empresa começou a apostar em aumentos de produtividade.

4. Sistema Produtivo

Neste próximo capítulo será apresentado o sistema produtivo da empresa e introduzida a área de desenvolvimento desta dissertação, a secção de acabamentos da empresa. Será feita uma descrição do sistema produtivo e uma caracterização do estado inicial dos acabamentos.

4.1. Descrição Geral do Processo de Fabrico

O Processo de fabrico da Sakthi Portugal está dividido em três fases principais. A Fusão, a Moldação e os Acabamentos.

4.1.1. Fusão

A Fusão comporta três subfases. A preparação da matéria-prima, a fusão do ferro e o tratamento do ferro de acordo com as especificações pretendidas segundo a ordem de fabrico.

A preparação da matéria-prima é iniciada no parque de sucatas (figura 16). É nesta zona que se encontra a principal matéria-prima, o ferro.



Figura 16 – Parque de sucatas

Neste parque, a movimentação da sucata e do desperdício do processo produtivo a ser reutilizado, é feita através de uma ponte rolante associada a um eletroímã, a matéria-prima é pesada e transportada para a plataforma de fusão por ação de baldes elevadores, até às tremonhas de carregamento que vão alimentar os fornos.

Na plataforma de fusão existem 4 fornos de fusão, 2 com uma potência de 8300KW e 2 com 3500KW de potência.



Figura 17 – Zona de fornos

O arrefecimento dos fornos é feito com água em circuito fechado. Nestes fornos, para além de transformar a matéria do estado sólido para o estado líquido, são também adicionados alguns materiais com objetivo de efetuar a correção da composição química.

Quando o metal atinge a temperatura e composição química desejada é transferido por intermédio de colherões ou caleira, para fornos intermédios, entre a fase de fusão e a segunda fase, a moldação. Estes fornos têm a função de evitar grandes variações de temperatura e finalizar o tratamento da composição química do ferro, além de servirem de *stock* para o sector de moldação.

4.1.2. Moldação

A Moldação apresenta três fases distintas. A macharia, a preparação de areias e a moldação.

A macharia é a fase onde se produzem os *machos* (figura 18), indispensáveis para a moldação de peças com cavidades complexas. O *macho* é o responsável pelo espaço oco que algumas peças finais apresentam. Nem todas as peças produzidas na Sakthi Portugal precisam de *machos* no seu processo de fabrico.



Figura 18 – Zona de stock de machos

Os machos são constituídos por um aglutinado de areia, resina, endurecedor e catalisador.

Neste processo a areia é inicialmente transportada para uma plataforma, onde é misturada com a resina e o endurecedor, sendo depois conduzida para as máquinas de sopragem de areia.

Para a produção de machos existem 6 máquinas de sopragem de areia, que injetam a mistura de areia, resina e endurecedor na caixa de molde. Posteriormente os machos são envoltos em gás de amina que tem a função de catalisador da reação de solidificação do macho.

Em alguns casos os machos são ainda pintados á saída das máquinas de sopragem para melhorar o seu acabamento.

Uma outra fase anexa à moldação é a preparação de areias para a moldação. Essa preparação é realizada numa torre dividida em 3 silos. Silo de areia nova, silo de areia usada e silo de bentonite e pó de carvão.

A torre permite a mistura destes 3 silos com as dosagens pretendidas sendo que a bentonite é uma argila que agrega os grãos de areia para que possam ser moldáveis, o pó de carvão é utilizado para diminuir o impacto criado na moldação entre a areia e o ferro fundido e a acrescentar a estes elementos há a água com a função de ligante. As cargas de areia preparadas pela misturadora rondam as 2 toneladas sendo que existem duas torres com as capacidades de 140Ton/h e 52Ton/h.

A conclusão desta fase é feita nas linhas de moldação. Na Sakthi Portugal existem 4 linhas de moldação. A linha *GF*, a linha *DISA MK4*, a linha *DISA MK5* e a linha *DISA 230*.

A linha *GF* é uma unidade com linha de apartação horizontal (moldes na horizontal) e com cadência de 100moldes/hora.



Figura 19 – Linha de moldação *DISA MK4*

As linhas *DISA* são unidades com linha de apartação vertical (moldes na vertical) sendo que a *230* tem uma cadência de 520moldes/hora, a *MK4* de 300moldes/hora e a *MK5* de 400moldes/hora. Estas linhas produzem exclusivamente para o sector de acabamentos.

Nestas linhas são construídos os moldes em areia conformada em alta pressão, onde posteriormente, se necessário, serão colocados os *machos*, constituindo o chamado *bolo de moldação*. É nesta fase feito o vazamento do ferro.

Após o vazamento, os bolos são submetidos a um arrefecimento, sendo posteriormente conduzidos para tambores rotativos responsáveis pela operação de abate do molde. Uma vez desfeito o molde, são separadas as peças das areias. As areias são recolhidas para posterior reutilização e o ferro desperdiçado volta para o parque de sucatas.

As peças moldadas estão agora prontas para entrarem na fase de acabamentos.

4.1.3. Acabamentos

A Fase de acabamento envolve três fases. Preparação das peças para a fase de acabamento, o acabamento das peças e o embalamento.



Figura 20 – Linha de acabamentos 4

A primeira fase dos acabamentos é a limpeza das peças. Essa preparação envolve a colocação das peças em máquinas chamadas de granalhadoras que projetam esferas de aço contra as peças limpando-as. Depois de limpas, as peças estão prontas para serem trabalhadas de forma que lhes seja conferido o acabamento pretendido.

A secção de acabamentos é constituída por 5 linhas de produção e 10 células.

O processo de acabamentos consiste em separar o gito da peça (gito é o excedente de ferro que se encontra na peça), e submeter as peças a vários testes de controlo que, dependendo da exigência, podem variar entre o controlo dimensional por calibre ou o ultrassons ou controlo por correntes com o objetivo de controlar a qualidade interna das peças.



Figura 21 – Zona de embalagem

Por fim, as peças são arrefecidas por um período de 4 horas estando depois o produto pronto para embalagem.

O embalagem tem uma zona específica para o efeito. Após a operação de embalagem e identificação do contentor, a encomenda está pronta para entrega.

4.2. Classificação do Sistema Produtivo

O sistema de produção na Sakthi é claramente orientado ao produto. O facto de a empresa ter perto de 120 referências obrigou a empresa a adotar um sistema de produção em lotes.

No que toca ao tipo implantação, e pelo facto de ao longo do processo a natureza do produto não ser constante, o fluxo ou se apresenta em linha ou em célula. Na primeira fase e segunda, fusão e moldação respetivamente, a produção está claramente em linha. Tal deve-se à natureza discreta do produto no final da fase de fusão e início da fase de moldação (metal liquido). Com a solidificação do ferro na moldação, este passa a ser discreto sendo nos acabamentos dividido, segundo o tipo de acabamento, em implantação em linha e por célula.

4.3. Matérias-primas, Componentes e Energia

Na Sakthi Portugal há 7 tipos principais de matérias-primas, sendo que, a sucata representa mais de 50% do consumo total de recursos.



A tabela seguinte apresenta as principais matérias-primas consumidas na Sakthi Portugal entre o ano de 2007 e 2010 com os respetivos consumos em toneladas divididas pelos respetivos setores de produção.

Tabela 7 – Consumos de matérias-primas por setor entre 2007 e 2010

| Ano | Fusão | Moldação | Preparação de Areias | | Macharia | | |
|-------------|--------------|---------------------|----------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Sucata (Ton) | Nodularizante (Ton) | Areia Nova (Ton) | Bentonite + Pó de Carvão | Isocure 328 (Ton) | Isocure 628 (Ton) | Isocure 702 (Ton) |
| 2007 | 48971 | 1216 | 13124 | 8618 | 95,2 | 94,8 | 22,0 |
| 2008 | 44530 | 1098 | 10352 | 7815 | 69,9 | 62,7 | 16,3 |
| 2009 | 36714 | 854 | 7744,4 | 6203 | 53,6 | 46,2 | 11,5 |
| 2010 | 48851,5 | 829 | 9992,7 | 8300,8 | 79,8 | 79,8 | 17,42 |

Por interpretação da tabela, e como seria de esperar, o consumo de sucata ultrapassa largamente os consumos de qualquer outro recurso. De realçar a diminuição do consumo da maioria dos recursos ao longo dos anos. Essa diminuição deve-se à baixa de produção realizada em 2009 mas também está associada à crescente preocupação da empresa nos últimos anos para aumentar a produtividade, em particular nos gastos no sector da preparação das areias.

Como se pode ver pela tabela, não há qualquer representação de consumos na secção dos acabamentos. Isso deve-se ao consumo de matérias-primas nos acabamentos ser residual quando comparadas com a utilização de recursos noutros sectores. Nos acabamentos os gastos principais devem-se a óleos, tanto de lubrificação de máquinas como de peças, e a outros líquidos com o objetivo de preservação do produto final.

4.3.1. Energia

Havendo a necessidade de mudar a natureza do material durante o processo, ora de sólido para líquido e líquido para sólido, um dos principais gastos de recursos na empresa é o consumo de energia.

A tabela seguinte apresenta os principais consumos de energia entre 2008 e 2010.



Tabela 8 – Consumos de Energia entre 2008 e 2010 (tep – tonelada equivalente de petróleo)

| Ano | Eletricidade (EE) | | Gás Natural (GN) | | Gasóleo (GSL) | | Consumo total | Ton produzidas |
|-------------|-------------------|-------|------------------|-----|---------------|-----|---------------|----------------|
| | MWh | tep | M3 | tep | L | tep | tep | Ton |
| 2008 | 93775 | 27195 | 474472 | 432 | 159575 | 139 | 27766 | 47319 |
| 2009 | 76992 | 22328 | 461371 | 420 | 120269 | 105 | 22853 | 39246 |
| 2010 | 96747 | 28057 | 578125 | 526 | 137656 | 120 | 28703 | 52369 |

Uma das variáveis a ter em conta no planeamento da produção é a consequências do consumo de energia. Por outras palavras, pelos gastos de energia dos fornos, faz parte da política da empresa, ligar o menor número de vezes possível os fornos, ou seja, produzir na secção de fusão em contínuo e tentar aproveitar ao máximo as horas em que a tarifa é mais baixa, entre as 22h e as 8 da manhã. Esta ação, economicamente necessária, induz por vezes valores de menor eficiência na produtividade levando a problemas de planeamento, tanto produção em excesso como, já aconteceu, em falta.

5. Descrição da Secção de Acabamentos

A última fase do processo de produção é o acabamento da peça. A secção dos acabamentos é composta por 5 linhas e 10 células com uma produção instalada de 275 Ton/dia de peças acabadas. No início do mês de fevereiro a produção média diária nos acabamentos era de 210 Ton/dia, valor muito abaixo ao pretendido, a direção pretendia uma produção média de 240 Ton/dia.

5.1. Referências

Os acabamentos da Sakthi Portugal têm 120 referências de produção ativas que, dependendo do acabamento se distribuem na produção pelas linhas ou células.

Sendo o número de referências enorme optei por trabalhar as 20 referências com maior número de peças a produzir e as 20 referências com maior volume de produção. Tendo em conta as referências que apareciam em ambas as listagens, o meu trabalho incidiu em 25 referências.

Essas 25 referências representam um volume de 20.886.929 peças a produzir em 2012 num total de 26.738.034 peças totais a produzir na Sakthi Portugal em 2012 (previsão do volume de vendas atualizado em Maio de 2012). As 25 referências de estudo representam assim sensivelmente 80% do número total de peças produzidas nos acabamentos.

Tabela 9 – Top 25 referências no setor acabamentos (previsão 2012)

| | Referência | Número de peças (previsão 2012) | Toneladas de peças (previsão 2012) |
|---|------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | 3281 | 8.167.684 | 7.677 |
| 2 | 3282 | 2.041.963 | 2.138 |
| 3 | 3318 | 388.730 | 1.205 |
| 4 | 3319 | 388.730 | 1.205 |
| 5 | 3320 | 240.000 | 1.008 |
| 6 | 3333 | 335.834 | 1.028 |
| 7 | 3341 | 454.572 | 1.323 |
| 8 | 3362 | 476.200 | 976 |
| 9 | 4138 | 1.012.000 | 977 |



| | | | |
|----|------|---------|-------|
| 10 | 4147 | 719.394 | 1.259 |
| 11 | 4151 | 328.404 | 542 |
| 12 | 4190 | 368.496 | 361 |
| 13 | 4191 | 342.300 | 626 |
| 14 | 4196 | 496.134 | 2.099 |
| 15 | 4197 | 496.134 | 2.099 |
| 16 | 4203 | 657.310 | 552 |
| 17 | 4204 | 733.029 | 667 |
| 18 | 4206 | 692.659 | 1.371 |
| 19 | 4207 | 697.680 | 1.381 |
| 20 | 4210 | 268.328 | 547 |
| 21 | 4227 | 177.156 | 661 |
| 22 | 4228 | 179.894 | 671 |
| 23 | 4235 | 167.560 | 662 |
| 24 | 4236 | 170.594 | 674 |
| 25 | 4240 | 886.144 | 1.852 |

Tendo o trabalho de dissertação incidido nestas 25 referências, ordenadas na tabela por ordem crescente do número de referência, a informação fotográfica de cada referência é apresentada com o objetivo de facilitar a análise e interpretação dos resultados apresentados em capítulos posteriores.

5.2. Máquinas e Operadores

5.2.1. Máquinas

O acabamento de uma peça pode ter 8 fases distintas divididas em 11 tipos de máquinas.

Agrupando o tipo de máquina com a implantação, há máquinas específicas das células e máquinas específicas das linhas.

Tabela 10 – Listagem de máquinas e sua quantidade presente nos 2 tipos de implementação

| Tipo de Implantação | | | |
|---------------------|------------|---------------|------------|
| Célula | | Linha | |
| Máquinas | Quantidade | Máquinas | Quantidade |
| Balancé Delteco | 9 | Prensa Lizuan | 1 |
| Prensa Adira | 1 | Prensa SERF | 4 |
| Calibre | variável | Calibre | variável |
| Disco | 2 | Disco | 2 |
| Retificador | 5 | Fresa | 3 |
| Ultrassons | 7 | Retificador | 4 |
| | | Ultrassons | 6 |
| | | Robot | 3 |
| | | Eletroíman | 2 |

Através da tabela é perceptível que nem as células nem as linhas são iguais no que toca à disposição das máquinas pelas células e pelas linhas. Isso deve-se às muitas referências existentes. Apesar disso, tanto as células como as linhas apresentam entre si implantações bastante semelhantes. Esta aparente disparidade na distribuição das máquinas está relacionada com a habilitação de algumas células e linhas estarem preparadas para determinadas referências.

Um caso especial é a produção da referência 3281 e 3282. Estas duas referências representam perto de 40% do número de peças produzidas na Sakthi Portugal e o facto de estas apenas necessitarem de acabamento na prensa e controlo de qualidade visual e por calibre, foi tomada a decisão de formatar duas células, células J e K, com o principal propósito de acabamento de ambas as referências e aumento da produtividade.

5.2.2. Operadores

Existem perto de 150 trabalhadores na secção de acabamentos. Estes estão divididos em 3 turnos.

Tabela 11 – Divisão diária dos 3 turnos

| Turno | Horas |
|---------|-----------------|
| Turno 1 | 6h:30 – 15h:00 |
| Turno 2 | 15h:00 – 23h:30 |
| Turno 3 | 23h:30 – 6h:30 |

Todos os operadores são acompanhados quanto às suas competências sendo que, com alguma periodicidade, variável, são promovidas ações de formação.



O principal motivo na secção de acabamentos para haver constante formação é a lacuna em controladores visuais. O controlo visual é um dos principais testes de qualidade a uma peça, no entanto, para um operador estar habilitado a fazer esse tipo de controlo, necessita de ter conhecimento relativamente profundo sobre a peça que controla tanto a nível de superfícies críticas como relativamente ao processo estandardizado de controlo de qualidade visual.

Sendo um dia de produção normal com 10 linhas e 5 células a funcionar, são necessários 15 controladores visuais formados por turno. Havendo a necessidade de haver controladores substitutos para colmatar possíveis faltas, por turno, deve haver pelo menos 18 controladores visuais. Essa grande dependência origina as ações de formação mensais.

Os turnos seguem uma determinada hierarquia de funções. Há o chefe geral do setor, com a função de coordenação, gestão de pessoal, programação da produção e gestão de infraestruturas. O chefe geral tem um horário de trabalho das 8h:30 às 17h:30. Logo depois hierarquicamente do chefe geral do setor, existem os sublíderes. Estes têm a função de desenrolar o papel que o chefe geral traça para cada um, e coordenar o pessoal para cada posto de trabalho. São eles que passam o tempo no *gemba* em contacto com o pessoal e máquinas. Trabalham como os operadores por turnos.

Os operários formam a base hierárquica juntamente com os empilhadores, existem 3 empilhadores por turno.

Como grupo de trabalho paralelo aos acabamentos existe a ferramentaria/serralharia. Constituídos por um líder e 7 operadores, têm a função de preparar inícios de sessão, mudanças de produção com consequente mudança de tipos de controlo de qualidade e mudança de ferramenta na prensa e manutenção do setor.

O grupo de controlo da qualidade trabalha de forma independentemente da gestão dos acabamentos apesar de marcar presença sempre que estão a decorrer embalamentos.

5.3. Implantação e Fluxo de Produção

As linhas e as células estão divididas em 3 plataformas. Plataforma 1 (células), plataforma 2 (células) e plataforma 3 (linhas). Essa divisão foi feita para simplificar tanto o planeamento da produção, como para fazer uma melhor divisão do WIP entre as linhas de moldação e os centros de trabalho dos acabamentos. Permitiu também reduzir desperdícios, criando condutas de ferro



desperdiçado nas plataformas e facilitou a aplicação dos 5S (apesar dos esforços de implantação, a primeira tentativa de implementação dos 5S no setor acabamentos não correu como pretendido).

Tabela 12 – Divisão das células e linhas pelas 3 plataformas

| Plataforma | Célula ou Linha |
|------------------------------|---|
| Plataforma 1 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Célula F ➤ Célula G ➤ Célula H ➤ Célula I ➤ Célula J |
| Plataforma 2 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Célula A ➤ Célula B ➤ Célula C ➤ Célula D ➤ Célula E |
| Linhas (Plataforma 3) | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Linha 1 ➤ Linha 2 ➤ Linha 3 ➤ Linha 4 ➤ SERF |

O fluxo de produção das peças nos acabamentos passa, inicialmente, por distribuir por contentores as referência que chegam da moldação. Essa separação é feita no quebra gitos. Após isso, e como inicialmente a empresa funcionava em paradigma push, as referências são armazenadas em zonas de armazenamento intermédio, zona de WIP células e zona WIP linhas. Aí ficam até serem integradas no planeamento de produção dos acabamentos.

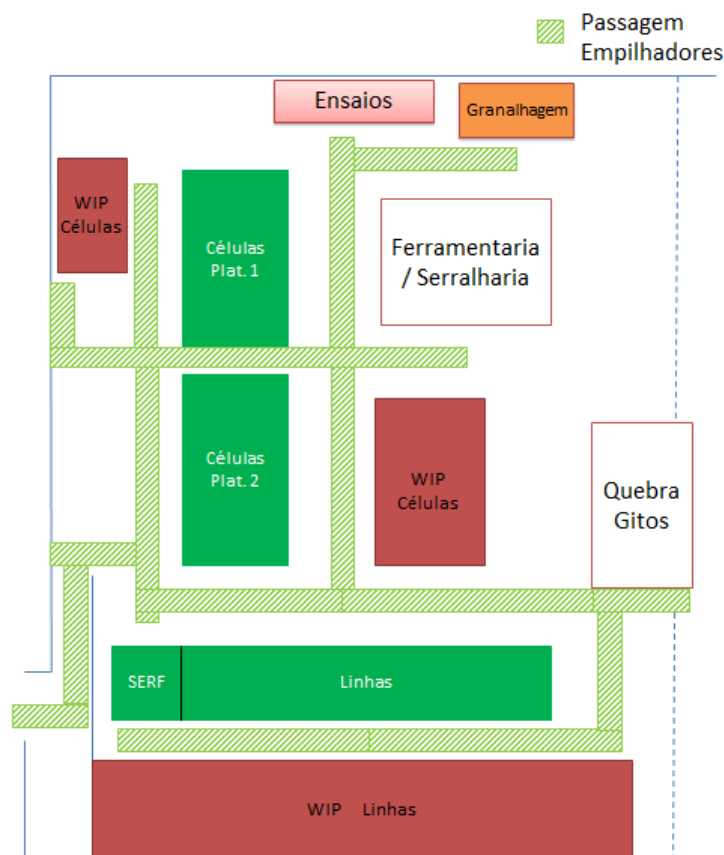


Figura 22 – Layout da secção dos acabamentos

O transporte dos contentores é feito através de empilhadores. São eles que efetuam todos os transportes no setor. O fluxo normal das peças (figura 22) do quebra gitos para o armazenamento intermédio e depois CTs apenas é alterado caso seja uma encomenda urgente ou houver alguma deterioração das peças enquanto estão armazenadas na zona intermédia. No caso de encomenda urgente, as peças passam do quebra gitos diretamente para as CTs. No caso de deterioração das peças, como o caso de ferrugem provocado pela humidade ou peças demasiado sujas, as peças quando saem do armazém intermédio para as CTs passam primeiro por uma máquina de granalhagem para limpar a peça.

Após o processo de acabamento nas CTs, as peças são regadas com um líquido lubrificante para prevenir a sua corrosão no transporte para os clientes. De seguida são embaladas e transportadas para o armazém de produto acabado.

6. Análise e Identificação de Problemas nos Acabamentos

Neste capítulo serão apresentados os principais problemas encontrados no sistema produtivo dos acabamentos. O primeiro passo para a identificação desses problemas foi fazer uma análise ABC de todas as referências dos acabamentos. De seguida, através do método OEE, foi avaliado o desempenho geral do sistema. Os resultados do OEE foram avaliados através de Brainstormings, diagramas causa efeito e através dos 5 Porquês. Por último foi realizado um estudo sobre o balanceamento das linhas. Após estes passos foram apresentados os problemas encontrados no setor.

6.1. Análise ABC

A análise ABC foi realizada com o intuito de hierarquizar as necessidades de cada referência, tanto ao nível das referências que se devia ter maior cuidado no seu método produtivo, como para facilitar a programação da produção e reestruturar e definir a localização de algumas referências no armazém intermédio quanto às necessidades de cada referência. Um outro ponto que levou à realização do método ABC foi perceber se não seria possível alterar o método de produção na empresa, passar de Push para Pull.

Tabela 13 – Propósitos da análise ABC

| Foco de Análise | Objetivos |
|---------------------------|---|
| Referência | <ul style="list-style-type: none">➤ Hierarquizar referências➤ Frequência e quantidade de consumo➤ Redefinir <i>stocks</i> de segurança➤ Definir referências para casos de estudo |
| Método de Produção | <ul style="list-style-type: none">➤ Programação da produção➤ Redefinir armazém intermédio➤ Avaliar possibilidade sistema Pull |

A análise ABC foi o primeiro passo estabelecido para definir um plano de ações para a secção de acabamentos. O objetivo da análise ABC foi de dividir as referências em 3 classes, Classe A, Classe B e Classe C, segundo o volume de peças anuais a produzir.

A Classe A representa 10% do total de referências dos acabamentos. A Classe B representa 21% do total de referências e a Classe C representam os restantes 69%.



Tabela 14 – Síntese da análise ABC por classes

| Classe | Quantidade de referências | % Artigos | Volume de produção (Ton) | % | % Acumulada | Classe |
|-----------------|---------------------------|-----------|--------------------------|------|-------------|--------|
| Classe A | 13 | 10 | 25.645 | 0.53 | 0.53 | A |
| Classe B | 28 | 21 | 15.678 | 0.32 | 0.85 | B |
| Classe C | 90 | 69 | 7.522 | 0.15 | 1 | C |
| Total | 131 | | 48.176 | | | |

Os resultados encontrados foram ao encontro do que estava esperado, apesar de não apresentar um modelo normal da análise ABC com a Classe A a representar mais de 70% do volume de produção. Isso deve-se a, neste contexto, ser mais importante perceber qual o potencial dos métodos de produção. Após Brainstorming, foi concluído que seria possível a aplicação de um modelo Pull nos acabamentos e ficou agendada uma reestruturação do armazém intermédio. Ficou decidido que as principais referências, a Classe A, teriam um espaço próprio para armazenamento, enquanto as restantes iriam funcionar por sistema Pull.

Esta análise permitiu também hierarquizar referências, estabelecer as referências alvo para estudo e acima de tudo permitiu perceber a quantidade muito relevante de informação em falta sobre tempos e estatísticas das referências e do método de produção. Decidiu-se que o próximo passo deveria ser a realização de uma análise do OEE do sistema de produção dos acabamentos.

6.2. Análise e Determinação do OEE nos Acabamentos

A decisão de se realizar um estudo do OEE do sistema deveu-se à falta de informação atualizada sobre as estatísticas de cada referência, bem como estatísticas de cada centro de trabalho. Nesse sentido, decidiu-se seguir um método que abrange-se o estudo dessa informação, bem como, permitir-se concluir resultados importantes. O principal problema encontrado era conseguir chegar a um resultado concreto no universo de resultados dos acabamentos. As referências ativas, como já foi apresentado, são muitas, e o facto de estas poderem ser trabalhadas em diferentes centros de trabalho proporcionava um número muito elevado de monitorizações e cálculos necessários para se avaliar a 100% o OEE do sistema. Assim optou-se



por criar um grupo de trabalho autónomo com o objetivo de avaliar o OEE do sistema através das referências de maior volume e centros de trabalho com maior taxa de utilização.

Foi assim criado um grupo de trabalho designado por Grupo da Produtividade. Esse grupo foi constituído por 4 elementos mais um líder. Dois elementos dos acabamentos, onde eu estava inserido, 2 elementos da engenharia do produto e 1 elemento da ferramentaria.

As referências a avaliar já estavam definidas, faltava agora os CTs.

Para avaliar a taxa de utilização das diferentes CTs, o grupo recorreu ao *software* de gestão da produção da empresa que, apesar de impreciso no setor de acabamentos, dava valores aproximados da realidade. Foram assim analisados os dados referentes a fevereiro e março. Teve-se em consideração o total de horas de trabalho, as horas que realmente o centro de trabalho esteve em funcionamento, as horas que esteve parado por avarias ou outros motivos pequenos e horas paradas sem ordem de produção ou avaria prolongada.

Tabela 15 – Taxa de utilização dos diferentes CTs nos meses de fevereiro e março

| Fevereiro | | Março | |
|-----------|-----------------|----------|-----------------|
| CT | Taxa utilização | CT | Taxa utilização |
| Linha 1 | 70,6 | Linha 1 | 79,4 |
| Linha 2 | 81,4 | Linha 2 | 78,7 |
| Linha 3 | 78,5 | Linha 3 | 84,3 |
| Linha 4 | 76,9 | Linha 4 | 83,2 |
| SERF | 31,7 | SERF | 50,7 |
| Célula A | 51,1 | Célula A | 44,5 |
| Célula B | 58,2 | Célula B | 83,3 |
| Célula C | 72,8 | Célula C | 78,5 |
| Célula D | 68,1 | Célula D | 79,2 |
| Célula E | 57,2 | Célula E | 74,3 |
| Célula F | 87,0 | Célula F | 86,8 |
| Célula G | 70,4 | Célula G | 82,9 |
| Célula H | 66,7 | Célula H | 77,0 |
| Célula I | 50,1 | Célula I | 64,0 |
| Célula J | 59,0 | Célula J | 68,5 |

As Cts com mais baixa taxa de utilização foram postas de parte recaiando agora a duvida sobre as mais utilizadas. Foi decidido que se iria trabalhar sobre uma linha e sobre uma célula. Para a decisão final foram incluídos outros fatores como, número de referências a trabalhar em cada CT, quanto maior o número melhor, e tipo de referência.

Ficou assim decidido pelo grupo trabalhar a linha 2 e célula C por apresentar a melhor relação de taxa de utilização com maior número de referências a operar e tipo de referência. Ainda assim a linha 2 é utilizada maioritariamente para o acabamento de peças chamadas de “corpos” e a célula C maioritariamente para o acabamento de brackets.



A recolha de informação estendeu-se durante 5 dias úteis com um horário das 8h:30 às 17h:30 (observação de 2 turnos).

Rapidamente, através da identificação das operações gargalo, foi-nos possível fixar um novo tempo de ciclo padrão.

Anteriormente ao estudo, o tempo de ciclo para cálculo do desempenho do sistema tinha como tempo de ciclo para os “corpos” de 10s/peça e para os brackets de 8s/peça.

Tabela 16 – Atualização dos tempos de ciclo padrão

| Tipo de peça | Tempo antigo | Novo tempo fixado |
|---------------------|---------------------|--------------------------|
| Corpo | 8s/peça | 5s/peça |
| Bracket | 8s/peça | 6s/peça |

Esta disparidade de tempos de ciclo foi a primeira conclusão definitiva retirada do estudo. Foi facilmente concluído que os desperdícios, principalmente nas linhas, eram de elevada preponderância.

A apresentação final do estudo foi feita uma semana após o seu início. Como as observações já ostentavam, os resultados foram conclusivos quanto ao trabalho necessário fazer para se atingir o OEE pretendido.

Em conjunto, os CTs piloto, apresentaram um OEE de 58,0%.

Os outros 42,0% corresponderam a 18,5% perdas de disponibilidade, 26,1% perdas de performance e 3,7% perdas de qualidade. O grupo chegou à conclusão que o único conjunto perda medido com precisão por parte do setor eram as perdas de qualidade, derivado de defeitos e sucata produzida no set-up.

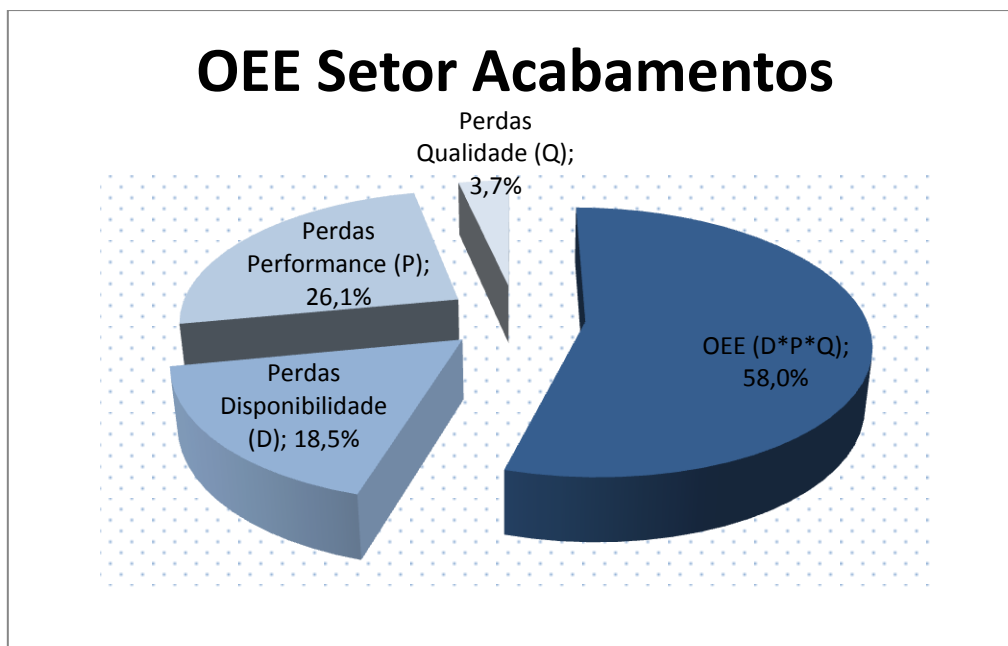


Figura 23 – Resultado do estudo do OEE

Dentro das perdas encontradas foi criado um subgrupo com a percentagem de perdas mais pormenorizadas. O grupo chegou à conclusão que as perdas de performance e tempo perdido devido a avarias eram bem acima do esperado (figura 23) e, mais preocupantes, os acabamentos não tinham uma equipa responsável por reduzir esses tempos de uma forma direta.

As perdas de performance eram maioritariamente provocadas por pequenas paragens, algumas permitidas pelo método de fabrico, outras derivadas de más condutas por parte dos operadores que levaram a que o tempo de ciclo fosse sempre calculado acima do valor real antes do estudo.

Todos os tempos de paragem foram calculados sobre o bottleneck do processo, sendo que, em quase todas as referências dos acabamentos o bottleneck era o operador com a função de controlador visual. Assim o estudo de tempos de paragem incidiu maioritariamente sobre o controlador visual.

Entre os principais motivos para esta perda de performance destacam-se:

- Substituição do líquido dos ultrassons
- Verificação da fiabilidade dos ultrassons e calibre
- Troca de caixa cheia de produto acabado por caixa vazia
- Dúvidas de qualidade
- Recuperação de obra (pequenos ajustes de qualidade)



Em conclusão do estudo do OEE foi elaborada uma lista com possíveis oportunidades de melhoria, lista a apresentar posteriormente.

6.3. Estudo de Balanceamento

O estudo do OEE permitiu perceber a existência de problemas no balanceamento das CTs. Tal devia-se a 2 problemas principais. Um deles era derivado da falta de uma equipa de avaliação das CTs com competências para implementar mudanças. Era necessária haver uma reestruturação da hierarquia dos acabamentos e a criação de uma equipa responsável e capaz por avaliar e atuar no sistema.

O segundo problema era não haver uma boa troca de informação entre departamentos o que levava a que os métodos de fabrico não fossem atualizados. Acabava assim por haver problemas conhecidos nos acabamentos mas que demoravam a ser resolvidos e falhas na avaliação e monitorização do desempenho sistema. Era assim necessário melhorar as trocas de informação entre departamentos, melhorar os métodos de avaliação do desempenho da produção e aumentar a facilidade com que se podiam estabelecer novas melhorias.

Para além do estudo do balanceamento dos CTs, realizado durante o OEE, foi também feito um estudo paralelo e independente ao grupo de produtividade. Este estudo tinha um objetivo estatístico, sobre fatores relacionados com a produção.

Apesar do carácter da recolha de dados ser abrangente a todas as referências, apenas serão apresentados dados relativos às principais referências, neste caso, as referências pertencentes à Classe A.

O estudo do balanceamento consistiu, numa primeira fase, na monitorização tanto de cada uma das operações como do tempo de ciclo de cada operador. A par disso eram tiradas oportunidades de melhoria e observações relevantes do processo produtivo.

Os principais objetivos desta tarefa prendiam-se com redefinir a produtividade do setor, analisar método de fabrico e a possibilidade de fazer alterações no tipo de implantação ou no número de operadores. Um outro objetivo era o de abrir portas a uma possível standardização do processo mas que não saiu do papel durante a duração do meu estágio.

A segunda fase consistiu em fazer relatórios sobre a quantidade de cada referência em armazém intermédio, cálculo de tempos de ciclo e analisar rendimento de algumas referências em particular. Este estudo teve a duração de 3 meses, os meses de fevereiro, março e abril.

Tabela 17 – Estudo das referências Classe A durante fevereiro, março e abril

| Ref. | Takt Time (por hora) | | | Peças/hora | | | Tempo de Ciclo (por hora) | | | WIP (Ton) | | |
|------|----------------------|-------|-------|------------|-------|-------|---------------------------|-------|-------|-----------|-------|------|
| | Fev | Mar | Abr | Fev | Mar | Abr | Fev | Mar | Abr | Fev | Mar | Abr |
| 3281 | 1.352 | 1.251 | 1.045 | 1.137 | 1.117 | 1.314 | 1.294 | 1.445 | 1.741 | 71,8 | 97,4 | 79,4 |
| 3282 | 338 | 313 | 261 | 1.181 | 1.198 | 1.239 | 298 | 374 | 260 | 11,8 | 18,2 | 91,6 |
| 3318 | 91 | 63 | 39 | 275 | 382 | 387 | 48 | 87 | 85 | 23,0 | 2,4 | 28,8 |
| 3319 | 91 | 63 | 39 | 306 | 341 | 354 | 48 | 92 | 115 | 15,7 | 6,1 | 5,7 |
| 3320 | 38 | 36 | 22 | 169 | 175 | 168 | 36 | 18 | 16 | 6,3 | 7,5 | 7,7 |
| 3333 | 64 | 49 | 17 | 251 | 264 | 238 | 46 | 34 | 21 | 1,4 | 2,4 | 1,1 |
| 3341 | 73 | 68 | 19 | 123 | 148 | 128 | 42 | 62 | 36 | 16,1 | 43,0 | 12,4 |
| 4147 | 98 | 134 | 19 | 311 | 303 | 337 | 74 | 160 | 222 | 34,9 | 74,7 | 62,6 |
| 4196 | 83 | 78 | 108 | 218 | 318 | 370 | 30 | 143 | 115 | 178,1 | 43,7 | 19,9 |
| 4197 | 83 | 78 | 107 | 253 | 327 | 331 | 42 | 154 | 89 | 92,8 | 38,7 | 23,0 |
| 4206 | 116 | 109 | 86 | 355 | 378 | 409 | 104 | 129 | 78 | 3,4 | 2,4 | 6,2 |
| 4207 | 114 | 111 | 104 | 397 | 430 | 459 | 117 | 114 | 150 | 5,1 | 27,0 | 7,5 |
| 4240 | 148 | 139 | 100 | 271 | 294 | 322 | 199 | 210 | 141 | 44,4 | 170,6 | 71,9 |

Pela interpretação de alguns dados da tabela é perceptível a existência de problemas graves, entre eles destacam-se.

1. Pela análise do rendimento (peças/hora) é concluído que há em algumas referências variações elevadas. Tal devia-se à troca da CT em produção da referência. O facto de uma referência poder ser acabada em diferentes CTs é uma boa vantagem do ponto de vista do planeamento mas o facto de o



rendimento ser bastante diferente entre algumas CTs, em algumas referências, conclui-se que esse balanceamento acaba por não ser, por vezes, positivo. Um outro problema para esta variação era a dependência de algumas referências a certos controlos de qualidade. Não era raro a produção parar por problemas num calibre ou ultrassons e quebrar a produção, por vezes por dias.

2. O segundo maior problema era a disparidade por vezes encontrada entre a quantidade pedida pelo mercado (*takt time*) e a quantidade produzida na empresa (tempo de ciclo). A política *push* da empresa criava grande instabilidade nas quantidades produzidas mensalmente. Criava assim a necessidade de grandes *stocks* no armazém de produto final.
3. Para além do armazém de produto final, também o armazém dos acabamentos, armazenamento de produtos intermédios, estava com excesso de capacidade.
4. Concluiu-se que uma das principais fontes de desperdícios dos acabamentos era o fraco planeamento no setor da moldação. A programação da produção era aí feita sem sentido de responsabilidade com as existências presentes nos acabamentos o que originou, com alguma regularidade, que os acabamentos recebessem peças já existentes em excesso nos acabamentos ou, por outro lado, necessitarem de peças e estas estarem em falta. Uma das razões que levou a esta situação era a gestão independente entre o setor acabamentos e o setor moldação. O facto de a produção ser empurrada (*push*) levava a problemas sérios da gestão de *stocks*.

6.4. Work-in-Process

A organização geral dos acabamentos, a determinada altura, ficou caótica (figura 24). O facto de o ritmo de produção da moldação ser superior ao dos acabamentos gerou um contínuo aumento do armazém intermédio presente nos acabamentos.



Figura 24 – Excesso de inventário no armazém intermédio das células

Um outro problema relacionado era o sistema de produção ser push e haver falhas na programação da produção.

O trabalho em curso nos acabamentos era muito elevado e não apresentava bons sinais de uma rápida melhoria.

Tabela 18 – Evolução do WIP nos meses de fevereiro, março e abril

| WIP | |
|-----------|--------------------------------------|
| Mês | Quantidade de trabalho em curso (Kg) |
| Fevereiro | 1.219.434 |
| Março | 1.277.372 |
| Abril | 1.129.469 |

Algo pretendido à algum tempo pela empresa era implementar o FIFO mas com o WIP desorganizado era uma impossibilidade.



Um outro problema associado era o aumento do tempo de fornecimento das CTs. Isso era provocado por não estar estabelecida a localização da produção intermédia. Era necessária a realização de um mapa com a alocação da obra e estabelecer uma melhor gestão da produção entre os acabamentos e a moldação. Tornar o sistema produtivo num sistema pull era uma das soluções.

6.5. Síntese dos Tipos de Desperdícios e Oportunidades de Melhoria

O concluir da primeira fase, a análise ao setor de acabamentos, termina com um quadro resumo dos principais problemas encontrados nos acabamentos.

Tabela 19 – Síntese de alguns problemas encontrados no setor de acabamentos

| Síntese de alguns problemas encontrados | | | |
|---|---|---|-----------------------|
| | Desperdício | Tipo de desperdício | Fonte de desperdício |
| 1 | Trocas de informação demoradas na troca de produção | Transporte (informação) | Ferramentaria |
| 2 | Transporte das ferramentas para trocas de produção | Transporte (produto) | Ferramentaria |
| 3 | Granalhar peças devido a oxidação | Transporte (produto) /Sobre processamento | Organização do setor |
| 4 | Abastecimento por vezes demorado das células por parte do empilhador | Tempo de espera | Funcionamento células |
| 5 | Necessidade de chamar empilhador para trocar caixa de produto acabado por parte do controlador visual | Movimento/tempo de espera | Funcionamento células |
| 6 | Identificação da ordem de produção por parte do controlador visual | Movimento/transporte (informação) | Funcionamento células |
| 7 | Necessidade de célula parar para o empilhador trocar caixa cheia de produto acabado por caixa vazia | Tempo de espera | Funcionamento célula |
| 8 | Bottlenecks com operários inexperientes | Não aproveitamento do potencial humano | Funcionamento CTs |
| 9 | Subaproveitamento de algumas CTs | Tempo de espera | Organização do setor |
| 10 | Troca de caixa de produto acabado feita manualmente pelo controlador visual | Transporte (produto) /Tempo de espera | Funcionamento linhas |
| 11 | Paragens na produção derivadas de avarias relacionadas com a manutenção preventiva | Tempos de espera | Manutenção |
| 12 | Recuperação de peças por parte do controlador visual | Sobre processamento | Métodos de fabrico |



| | | | |
|----|--|--|----------------------------|
| 13 | Elevado WIP | Produção em excesso/Inventário | em Planeamento da produção |
| 14 | WIP não organizado ou monitorizado | Movimento/Transporte | Organização do setor |
| 15 | Mau balanceamento de alguns postos de trabalho | Não aproveitamento do potencial humano | Organização do setor |
| 16 | Fracas condições ergonómicas | Não aproveitamento do potencial humano | Organização do setor |
| 17 | CTs mal balanceadas devido a não cumprimento/atualização dos métodos | Tempos de espera | Organização do setor |
| 18 | Produção de referências sem encomendas | Produção em excesso | Organização da fábrica |

7. Apresentação e Implementação de Propostas

Depois de realizada a análise e identificação de problemas nos acabamentos, chegou o momento de implementar ações de melhoria no setor.

Algo ainda não introduzido neste trabalho mas muito importante para o trabalho realizado, foi a presença da empresa Kaizen Institute a trabalhar na empresa com vista a aumentar a produtividade.

A duração do projeto de melhorias durou perto de 6 meses e teve 5 alterações principais nos acabamentos. Na primeira fase foi feita a reestruturação do WIP, aplicação dos 5S e desenvolvimento de medidas SMED. A segunda fase consistiu na alteração do sistema produtivo para Pull-Push e a aplicação de um *Sequenciador* da Produção para auxiliar a programação da produção.

7.1. Reestruturação WIP

A reestruturação do WIP tinha 3 objetivos. Primeiro, o de organizar o WIP para qualquer pessoa saber onde colocar a obra e o sítio da obra. O segundo objetivo consistia em tornar o abastecimento das CTs FIFO. O terceiro pretendia uma melhor monitorização das referências e suas quantidades presentes no WIP.

Para se atingirem estes objetivos, como já foi descrito, fez-se uma análise ABC com o intuito de criar 3 classes de referências. Pretendia-se inicialmente alocar as referências da Classe A em sítios delineados, ainda assim, perto da data marcada para redefinir o armazém intermédio, chegou-se à conclusão que o melhor seria delinear as referências da Classe B. Esta decisão foi tomada depois da empresa, juntamente com o grupo Kaizen, ter entendido que faria mais sentido alocar as referências da Classe B visto serem estas as referências que mais tempo ficam no supermercado. Esta decisão já está anexa à implementação do sistema Pull-Push na empresa, como mais adiante vai ser apresentado, as referências B passaram a ser produzidas segundo a programação pull e as restantes segundo uma programação push.

Assim, as referências da Classe A e C, quando chegam aos acabamentos, devem ser consumidas até estas acabarem no supermercado.

O *layout* definitivo do supermercado ficou assim delineado (figura 25).

| Category | Value | Color |
|----------|-------|-------|
| S.1 | 4235 | Red |
| S.2 | 4236 | Red |
| S.3 | 3341 | Red |
| S.4 | 4227 | Red |
| S.5 | 4228 | Red |
| S.6 | 4149 | Red |
| S.7 | 4150 | Red |
| S.8 | 3318 | Red |
| S.9 | 3319 | Red |
| FIFO.1 | | Green |
| FIFO.2 | | Green |
| FIFO.3 | | Green |
| FIFO.4 | | Green |
| FIFO.5 | | Green |
| FIFO.6 | | Green |
| FIFO.7 | | Green |
| FIFO.8 | | Green |
| FIFO.9 | | Green |
| FIFO.10 | | Green |
| FIFO.11 | | Green |
| FIFO.12 | | Green |
| FIFO.13 | | Green |
| FIFO.14 | | Green |
| FIFO.15 | | Green |

Figura 25 – Lado esquerdo o *layout* do supermercado das linhas, lado direito das células

Depois de estabelecida a área para o WIP, tanto a zona das células como das linhas foi dividida em linhas para a alocar as referências por linha e permitir o FIFO. Não poderia haver mais do que uma referência por linha nem haver mais do que 5 caixas de altura e 8 caixas de profundidade, ou seja, por linha não podia haver mais do que 40 caixas de peças intermédias.

Visto que havia excesso de WIP, para o armazém intermédio ficar arrumado e com a marcação pretendida, foi necessário transferir obra para uma tenda improvisada (figura 26) na parte exterior dos acabamentos.



Figura 26 – Tenda utilizada para alojar produção no armazém intermédio em excesso

A primeira zona a ser reestruturação foi nas linhas.



Figura 27 – WIP nas linhas antes das alterações



Figura 28 – WIP nas linhas após as alterações

A segunda zona a ser reestruturada foi na zona das células.



Figura 29 – WIP nas células antes das alterações



Figura 30 – WIP nas células após as alterações (fotos comparativas tiradas no mesmo local)

A reestruturação do WIP fez com que perto de 50% do trabalho em curso de fabrico saísse do armazém intermédio para o armazém externo.

7.2. 5S

Após da reestruturação dos armazéns intermédios e de retirar dos acabamentos o excesso de WIP, foi possível, finalmente, reaplicar os 5S nos acabamentos. Reaplicar porque, como já foi introduzido, houve uma tentativa de introdução dos 5S mas, por problemas do sistema, não foi possível fazer a monitorização dos 5S como pretendido na zona de acabamentos.

A divisão entre secções já havia sido feita anteriormente, encontrando-se a zona de acabamentos dividida em 9 zonas de avaliação 5S (figura 31), cada uma com um auditor responsável.

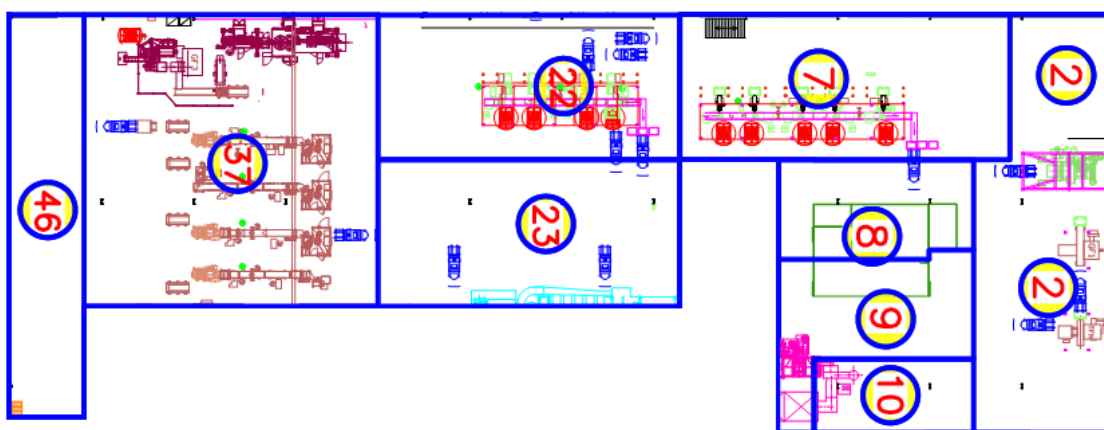


Figura 31 – Divisão dos acabamentos em 10 zonas 5S

O facto de os números não serem seguidos deve-se à aplicação dos 5S a nível de toda a empresa. O programa 5S consistia em realizar uma auditoria mensal a cada área do setor. O objetivo mensal é apenas o de evoluir a cada mês cada zona, sendo que, há o mínimo de avaliação por auditoria de 50% e o objetivo de se atingir pelo menos 75% em cada dos acabamentos.

Tabela 20 – Correspondência da divisão de cada zona dos acabamentos e avaliação de fevereiro

| Divisão das diferentes zonas dos acabamentos e primeira avaliação em fevereiro | | |
|--|----------------------------------|------------------------|
| Zonas | | Primeira avaliação (%) |
| Zona 2 | Granalha + Recuperação + Ensaios | 29 |
| Zona 7 | Células plataforma 2 | 56 |
| Zona 8 | Ferramentaria | 94 |

| | | |
|----------------|----------------------|----|
| Zona 9 | Serralharia | 97 |
| Zona 10 | Em curso recuperação | 11 |
| Zona 22 | Células plataforma 1 | 61 |
| Zona 23 | Em curso células | 53 |
| Zona 37 | Linhas | 44 |
| Zona 46 | Em curso linhas | 48 |

A avaliação de cada zona consiste em 25 pontos de avaliação com níveis de 0 a 4. Esses 25 pontos dividem-se pelos 5S sendo o total máximo de 100 pontos.

Pela análise da primeira avaliação é muito perceptível a discrepância de valores. Foram assim desenvolvidas equipas nos acabamentos com responsabilidades de melhoria da avaliação 5S. Estas eram lideradas pelos sublíderes dos acabamentos.

A primeira fase de implementações teve 4 meses, de fevereiro a maio. Os resultados em maio foram positivos e animadores.

Tabela 21 – Correspondência da divisão de cada zona dos acabamentos e avaliação de fevereiro

Ações de melhoria



Redefinir marcas do layout, tanto de contentores como de máquinas e ferramentas



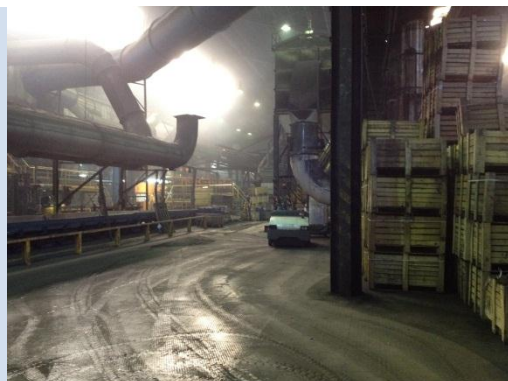
Organizar *stock* necessário e não necessário



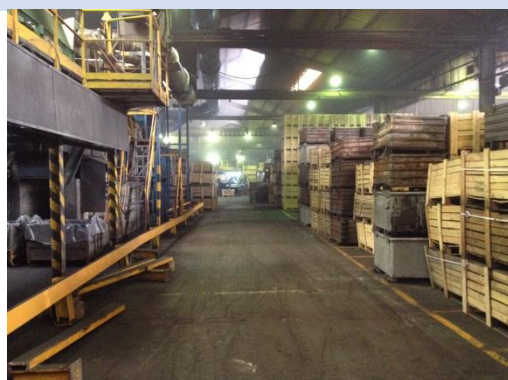
**Responsabilizar operadores pela limpeza
dos seus postos de trabalho**



Limpeza diária do chão da fábrica



Redefinir zonas de passagem



**Colocação de raia de proteção com o
intuito de marcar zona de passagem para
pedestres e zona de passagem para
empilhadores. Além disso, o uso de todos os
equipamentos de segurança passou a ser
obrigatório**

O desenrolar do projeto nos 4 meses iniciais foi muito positivo e demonstrou a mais-valia dos 5S que, aliado a outras medidas de aumento de produtividade, consegue ser bastante eficiente. O



aspecto físico dos acabamentos sofreu uma reviravolta positiva e permitiu a rápida implementação de medidas posteriores introduzidas nos acabamentos.

Tabela 22 – Correspondência da divisão de cada zona dos acabamentos e avaliação no mês de maio

| Divisão das diferentes zonas dos acabamentos e primeira avaliação em maio | | |
|--|----------------------------------|------------------------------|
| Zonas | | Avaliação em maio (%) |
| Zona 2 | Granalha + Recuperação + Ensaios | 43 |
| Zona 7 | Células plataforma 2 | 72 |
| Zona 8 | Ferramentaria | 99 |
| Zona 9 | Serralharia | 97 |
| Zona 10 | Em curso recuperação | 21 |
| Zona 22 | Células plataforma 1 | 72 |
| Zona 23 | Em curso células | 59 |
| Zona 37 | Linhas | 64 |
| Zona 46 | Em curso linhas | 66 |

7.3. Programação da Produção

Para a programação da produção foram feitas duas alterações substanciais no sistema produtivo. A alteração do sequenciamento da produção de push para pull-push e a introdução de uma *Sequenciador* da Produção.

7.3.1. Pull-Push

Com a reestruturação WIP e realização dos 5S nos acabamentos, parte dos problemas dos acabamentos ficaram resolvidos ou dissimulados, isto porque, a resolução era temporária, se os métodos utilizados para a programação da produção tivessem continuação os problemas resolvidos iriam voltar. Com isto, coube à estrutura geral da empresa decidir o que fazer a nível geral da empresa para contrariar os problemas passados. Algo defendido pelos acabamentos e pelo Instituto Kaizen era a implementação de um sistema Pull-Push. Este sistema consistia em tornar a produção dos produtos de Classe A e C em produção Push e FIFO e os produtos da Classe B em pull.

A Classe A, tendo encomendas praticamente todos os dias, a sua produção continuaria push e com uma prioridade de produção inferior à Classe B e C. Ou seja, as referências de Classe A são produzidas sempre que não haja encomendas para as referências B e já se tenha feito as quantidades sazonais de referências “C”.

As referências “B”, sendo a sua necessidade em média semanal, são produzidas segundo o lançamento da sua encomenda, sendo a ordem de produção lançada pela logística. Seguiriam assim uma produção Pull. A quantidade de produção seria igual à pedida pelo cliente.

Já as peças de Classe C continuam push com a diferença que são produzidas sensivelmente de 6 em 6 meses segundo a procura prevista. São depois colocadas em mercado intermédio e acabadas, referência a referência, todas de cada vez. Por fim colocadas em produto acabado. Esta decisão com as peças “C” pode parecer à primeira vez descuidada mas acabaria com um problema também grave nos acabamentos, a constante troca de referência para a produção de pequenos lotes.

7.3.2. Sequenciador

Sendo este plano de produção também traçado pelo setor de acabamentos, a política de produção nos acabamentos seguiria os mesmos métodos deste planeamento geral. As referências “A” seriam acabadas na falta de referências “C” e as “B” seriam produzidas segundo o recebimento da ordem de fabrico da logística. Para coordenar melhor as operações seria colocado nos acabamentos um *sequenciador para programar a produção*.



Figura 32 – Exemplo de um *sequenciador*.

Os acabamentos seriam constituídos por 3 *sequenciadores*. Um no início dos acabamentos, no momento de receção de produção da moldação. Chamemos de *sequenciador 1*. Outro nas linhas, *sequenciador 2*, e outros nas células, *sequenciador 3*.

O sequenciador teria a função de indicar as referências em *stock* intermédio dos acabamentos prontas a acabar e qual a sua sequência. Seria constituída por 2 tipos de cartões, cartões amarelos com a indicação das ordens de produção e cartões brancos e no verso verdes.

O sequenciador apresentaria 3 linhas distintas. A linha superior diz respeito à CT, a segunda linha representa os cartões brancos e verdes e a ultima linha, a contar de cima, representa as ordens de fabrico.

O preenchimento do sequenciador é feito por grupos distintos. O sequenciador 1 é preenchido, em parte, pelo responsável em alocar as peças vindas da moldação nos contentores, pelos responsáveis em fornecer as CTs (empilhadores) e pelos operadores responsáveis em realizar o *setup* nas CTs. Os cartões amarelos são da responsabilidade do operador que aloca as peças vindas da moldação e o alerta de *setup* é colocado pelo empilhador.

O preenchimento dos cartões amarelos é feito no momento em que cada referência nova chega aos acabamentos. Esse cartão é alocado no sequenciador na coluna correspondente a uma CT capaz de produzir essa referência. É nesta fase realizado o balanceamento da produção pelas diferentes CTs. A ordem em que os cartões são colocados em cada CT descrito no sequenciador, determina a sequência de produção.

Os sequenciadores 2 e 3 têm um modo de funcionamento idêntico entre si, mas distinto do funcionamento do sequenciador 1. As ordens de produção e os cartões de *setup* são alterados exclusivamente pelos operadores responsáveis pelo *setup*.



Figura 33 – Sequenciador 2, presente nas linhas

A sequência para troca de ordem de produção seria então.

1. O empilhador altera, no sequenciador 1, o cartão branco para verde (necessidade de *setup*), na coluna correspondente à CT em mudança de produção.



2. Os operadores responsáveis pelo *setup*, com esse alerta, preparam as ferramentas para troca de *setup* e alteram o cartão *setup* no sequenciador 2 e 3. No momento em que a CT para o *setup* é realizado.
3. Quando a CT está pronta para voltar à produção, o operador do *setup* altera o cartão verde para branco no sequenciador 2 ou 3.
4. Vai buscar o cartão da ordem de produção presente no sequenciador 1 e leva-o para o sequenciador com a CT corresponde ao *setup* e coloca na próxima ordem de produção. (caso seja numa célula altera no sequenciador 3 e caso seja numa linha altera no sequenciador 2).
5. O empilhador ao reparar que o *setup* está pronto, altera o cartão de *setup* no sequenciador 1 para branco.
6. O empilhador começa a fornecer a CT com a referência pretendida.

Sempre que fosse para mudar de referência de produção, o empilhador responsável por abastecer a linha, viraria o cartão, de branco para verde, indicando que em breve seria alterada a referência a produzir nessa CT. Essa informação iria alertar os responsáveis por realizar as trocas de *setup* para prepararem o material para realizarem a troca. Esta responsabilização dos operadores responsáveis pela troca de *setup*, faz com que os tempos de *setup* diminuam drasticamente. Isso deve-se a estes estarem em constante monitorização das ordens de produção e dos momentos em que irão ocorrer as trocas de *setup*. Este aspeto simples promove a que as ferramentas necessárias para a troca estejam prontas no local da CT antes de a produção acabar.

Este método de programação da produção, no primeiro impacto na direção da empresa não foi bem recebido, após um período de ponderação a empresa decidiu pôr em prática o método mas em período de experiência.

O sucesso do método foi quase imediato, acabando assim por ser acolhido no sistema produtivo da empresa.



8. Conclusão

Neste capítulo são expostas as principais conclusões resultantes da elaboração desta dissertação.

8.1. Considerações Finais

Com o fim deste projeto, é possível fazer uma avaliação muito positiva do trabalho desenvolvido. Todos os objetivos foram alcançados com sucesso. O sistema acabamentos é, nos dias de hoje, muito diferente, para melhor, de quando iniciei a dissertação.

A implementação dos 5S, a reestruturação do WIP e a mudança dos métodos de programação da produção foi de enorme sucesso no setor.

A reestruturação do WIP permitiu a redução do armazém intermédio no *Gemba* na ordem dos 50%. Esta ação necessitou de grande mobilização por parte do setor acabamentos, nomeadamente, do grupo de empilhadores e líderes do setor. Foi um trabalho árduo com uma duração de 5 dias. Ao todo houve por volta de 2.000 toneladas de material deslocado.

Os 5S, que já tinham sido aplicados nos acabamentos mas sem sucesso, provaram ser uma mais-valia na introdução de novas medidas de aumento de produtividade. O facto de se ter feito uma reorganização dos padrões 5S e uma reestruturação do WIP, levou a que desta vez o processo fosse continuado, ao contrário do acontecido da primeira vez. Este trabalho permitiu reduzir tempos, reduzir espaço utilizado e reduzir alguns desperdícios associados.

O ponto alto dos trabalhos desenvolvidos foi a implementação de um novo sistema de programação da produção. Foi dividida em duas fases, na primeira a adaptação da produção Push para Pull-Push e a segunda fase a implementação do *sequenciador*.

A implementação das metodologias Lean foram bem recebidas na empresa. Houve uma grande mobilização, motivação, orçamento e infraestruturas disponíveis para o seu desenvolvimento. O trabalho final foi felicitado por todas as estruturas da empresa.



8.2. Trabalho Futuro

O trabalho futuro passa por estandardizar os processos, em especial nos acabamentos. Grande parte dos desperdícios ocorridos no setor é derivada da elevada autonomia nos processos por parte dos operadores.

Algo também a ser revisto é a gestão de informação entre departamentos. É uma constante a criação de barreiras entre departamentos, aumentando a independência de cada setor. Isso leva a que os esforços de resolução de problemas apenas sejam concentrados nos problemas do próprio setor.

Outro problema a ser corrigido são os planos FMEA. Os controlos de qualidade sem ser padronizados e em referências corrigidos. Isto porque antes, essas referências, necessitam de um 2º controlo antes de entrarem no armazém de produto acabado. Esse 2º controlo deveria ser eliminado e revisto o método de controlo feito nos acabamentos.

Para além de tudo isto, a empresa deve continuar com a aplicação de medidas *Lean*. Um dos pontos fortes desta filosofia, é a sua capacidade em melhorar continuamente os setores da empresa. Haverá sempre pequenas e grandes alterações a fazer e a Sakthi Portugal tem potencial para se elevar ainda mais.



Bibliografia

- Alves, A. (2007). *Projecto Dinâmico de Sistemas de Produção Orientados ao Produto*. Tese de Doutoramento de Engenharia de Produção e Sistemas, Escola de Engenharia, Universidade do Minho.
- Batocchio, A. (Dez de 1996). Design of Manufacturing Cells: Strategy, Software and Performance Measurement. *Gestão e Produção*, pp. 248-261.
- Bell, S. (2006). *Lean Enterprise Systems: Using IT for Continuous Improvement*. Wiley.
- Bhat, S. (2008). Cellular Manufacturing - The Heart of Lean Manufacturing. *Advances in Production Engineering & Management*, pp. 171-180.
- Black, J., & Hunter, S. (2003). *Lean Manufacturing Systems and Cell Design*. Society of Manufacturing Engineers.
- Bruce A. Henderson, J. L. (1999). *Lean Transformation: How to Change Your Business Into a Lean Enterprise*. Oaklea Press.
- Bruno Vallespir, T. A. (2010). *Advances in Production Management Systems: New Challenges, New Approaches*. Springer.
- Burbidge, J. (1996). *Production Flow Analysis For Planning Group Technology*. Oxford: Clarendon Press.
- Carroll, B. J. (2002). *Lean Performance ERP Project Management*. St. Lucie Press.
- Feld, W. M. (2000). *Lean Manufacturing: Tools, Techniques and How to Use Them*. Taylor & Francis.
- Gallagher, J., & Knight, W. (1973). *Group Technology*. London: Butterworth.
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Lean Manufacturing 2ªed*. IMAM.
- Hyer, N., & Wemmerlov, U. (2002). *Reorganizing the Factory : Competing Through Cellular Manufacturing*. Portland: Productivity Press.
- Kumar, A. (2006). *Production and Operations Management*. New Age International.
- Land, M. a. (Jul de 2009). Production Planning and Control in SMEs: Time for Change. *Production Planning & Control*, pp. 548-558.



- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way*. Mc Graw-Hill Professional.
- Liker, J. K., & Thomas, L. a. (2000). *Lean Manufacturing Principles Guide*. National Steel & Shipbuilding.
- Monden, Y. (1998). *Toyota Production System - An Integrated Approach to Just-In-Time (3.ª ed)*. Norcross Georgia: Engineering and Management Press.
- Moore, R. (2007). *Selecting the Right Manufacturing Improvement Tools*. Butterworth-Heinemann.
- Natalie J. Sayer, B. W. (2007). *Lean for Dummies*. John Wiley & Sons.
- Nyman. (1992). *Making Manufacturing Cells Work*. Michigan: Dearbon.
- O'Brien, R. (2001). *An Overview of the Methodological Approach Action Research*.
- Plenert, G. (2007). *Reinventing Lean: Introducing Lean Management Into the Supply Chain*. Butterworth-Heinemann.
- Salvendy, G. (2001). *Handbook of Industrial Engineering, 3rd ed*. John Wiley & Sons.
- Saurin, T. A., Marodin, G. A., & Duarte, J. L. (28 de May de 2010). A framework for assessing the use of lean production practices in manufacturing cells. *International Journal of Production Research*, pp. 3211-3230.
- Shingo, S. (1989). *A Study of the Toyota Production System, Revised ed*. Productivity.
- Susman, G. (1983). *Action Research: A Sociotechnical Systems Perspective*. London: Sage Publications.
- Swamidass, P. (2000). *Encyclopedia of Production and Manufacturing Management*. Kluwer Academic Publishers.
- White, G. (Mar de 1994). A Survey and Taxonomy of Strategy Related: Performance Measures for Manufacturing. *Internacional Journal of Operations & Production Management*, 16, pp. 42-61.
- Wilson, L. (2009). *How To Implement Lean Manufacturing*. McGraw-Hill.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. London: Touchstone Books.



Womack, J., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World: the Story of Lean Production*. New York: Rawson Associates.





Anexos



Anexo I – Layouts da secção acabamentos

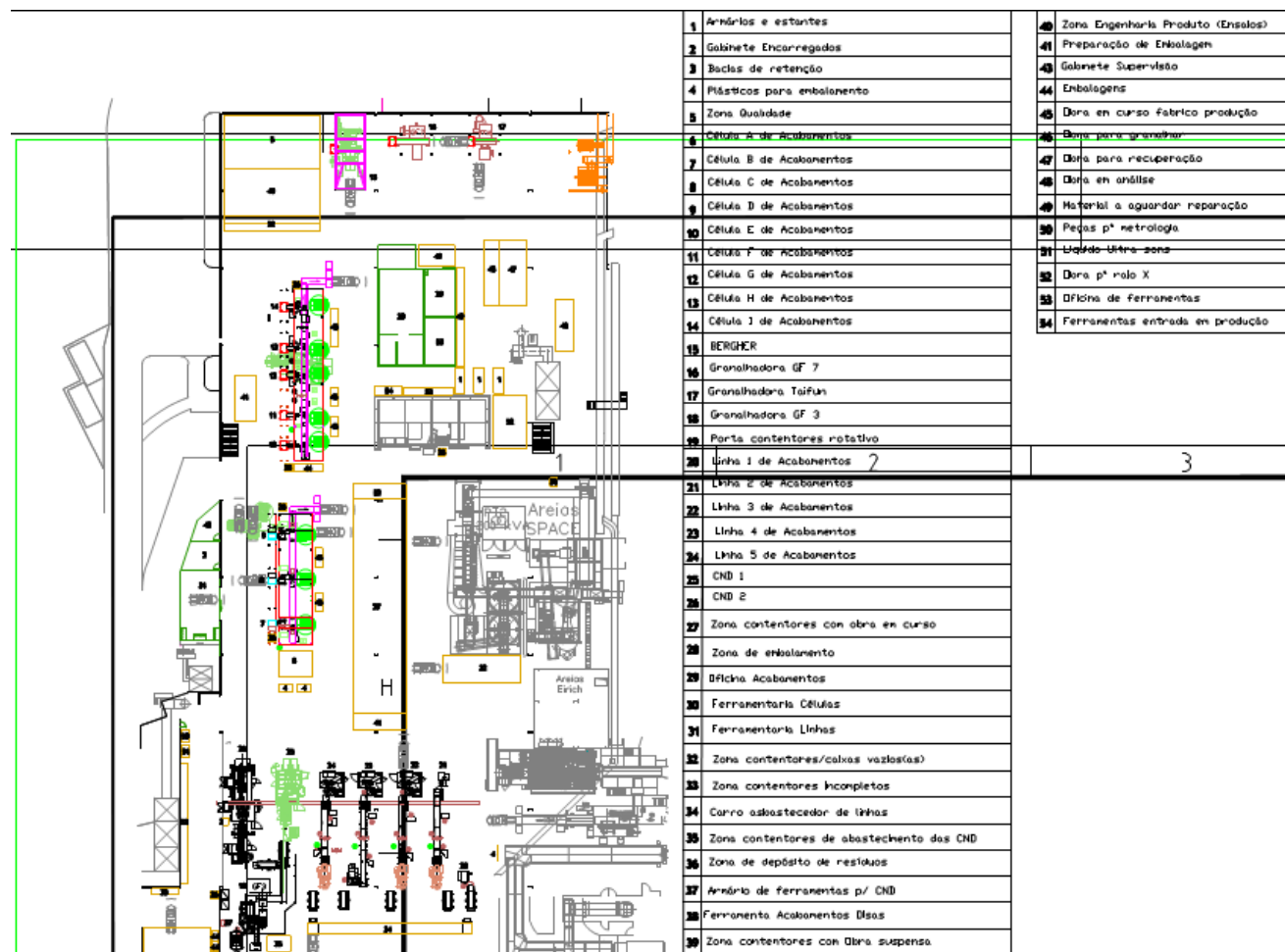


Figura 34 - Layout da secção acabamentos I

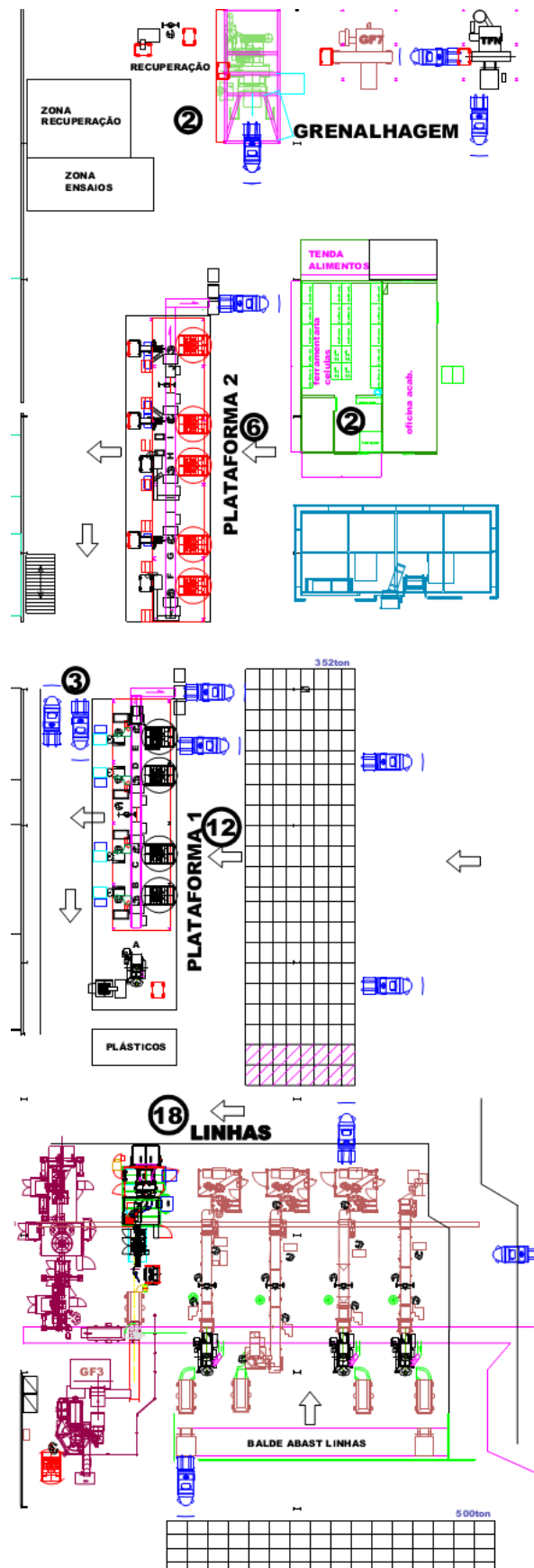


Figura 35 - Layout da secção acabamentos II



Anexo II – Folhas utilizadas na monitorização de tempos

| | | | | | | |
|-----------------------------------|----------------|-------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|
| SAKTHI PORTUGAL, S. A. | | | | | | |
| Tempos - Acabamentos Disas | | | | | | |
| | | | | | | |
| Amostragem Directa | Posto: | Data Fund: | Ref.: | Data: | | |
| Operador 1: | | | | Obs.: | De: | |
| Operador 2: | | | | Cad. Inic.: | | |
| Operador 3: | | | | N. Op. Inic.: | | |
| Operador 4 | | | | Cad. Final.: | | |
| Ferramenta(s)/calibre: | | | | N. Op. Final.: | | |
| Obs.: | | | | | | |
| | | | | | | |
| | Leitura | Operador 1 | Operador 2 | Operador 3 | Operador 4 | Operador 5 |
| | 1 | | | | | |
| | 2 | | | | | |
| | 3 | | | | | |
| | 4 | | | | | |
| | 5 | | | | | |
| | 6 | | | | | |
| | 7 | | | | | |
| | 8 | | | | | |
| | 9 | | | | | |
| | 10 | | | | | |
| | 11 | | | | | |
| | 12 | | | | | |
| | 13 | | | | | |
| | 14 | | | | | |
| | 15 | | | | | |
| | 16 | | | | | |
| | 17 | | | | | |
| | 18 | | | | | |
| | 19 | | | | | |
| | 20 | | | | | |
| | 21 | | | | | |
| | 22 | | | | | |
| | 23 | | | | | |
| | 24 | | | | | |
| | 25 | | | | | |
| | 26 | | | | | |
| | 27 | | | | | |
| | 28 | | | | | |
| | 29 | | | | | |
| | 30 | | | | | |
| | 31 | | | | | |
| | 32 | | | | | |
| | 33 | | | | | |

Figura 36 – Formulário utilizado na medição de tempos



| SAKTHI PORTUGAL, S. A. | | | | | | | | | | |
|------------------------|--|--------------------------|--|---------------------------------|---|----------------|----------------------|--|-----------|-----|
| Paragens | | | | | | | | | | |
| Amostragem | | | | | | | | | | |
| Directa | Posto: | | Data Fund: | | Ref.: | | Data: | | Folha nº: | |
| Operador 1: | | | | Obs.: | | | | | | |
| Operador 2: | | | | Hora início: | | | | | | |
| Operador 3: | | | | Hora Fim: | | | | | | |
| Operador 4: | | | | | | | | | | |
| Ferramenta(s)/calibre: | | | | | | | | | | |
| | Avaria Prensa | Ferra Corte | Afinação | | Periféricos | Troca caixa | Outros / Observações | | TEMPO (s) | Op. |
| 1 | <input type="checkbox"/> Mec <input type="checkbox"/> Elec | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Ferra <input type="checkbox"/> U.S. <input type="checkbox"/> Ca | Robot; disco; Rectificador.. | <input type="checkbox"/> In <input type="checkbox"/> Ou | | | | | |
| 2 | <input type="checkbox"/> Mec <input type="checkbox"/> Elec | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Ferra <input type="checkbox"/> U.S. <input type="checkbox"/> Ca | Robot; disco; Rectificador.. | <input type="checkbox"/> In <input type="checkbox"/> Ou | | | | | |
| 3 | <input type="checkbox"/> Mec <input type="checkbox"/> Elec | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Ferra <input type="checkbox"/> U.S. <input type="checkbox"/> Ca | Robot; disco; Rectificador.. | <input type="checkbox"/> In <input type="checkbox"/> Ou | | | | | |
| 4 | <input type="checkbox"/> Mec <input type="checkbox"/> Elec | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Ferra <input type="checkbox"/> U.S. <input type="checkbox"/> Ca | Robot; disco; Rectificador.. | <input type="checkbox"/> In <input type="checkbox"/> Ou | | | | | |
| 5 | <input type="checkbox"/> Mec <input type="checkbox"/> Elec | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Ferra <input type="checkbox"/> U.S. <input type="checkbox"/> Ca | Robot; disco; Rectificador.. | <input type="checkbox"/> In <input type="checkbox"/> Ou | | | | | |
| 6 | <input type="checkbox"/> Mec <input type="checkbox"/> Elec | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Ferra <input type="checkbox"/> U.S. <input type="checkbox"/> Ca | Robot; disco; Rectificador.. | <input type="checkbox"/> In <input type="checkbox"/> Ou | | | | | |
| 7 | <input type="checkbox"/> Mec <input type="checkbox"/> Elec | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Ferra <input type="checkbox"/> U.S. <input type="checkbox"/> Ca | Robot; disco; Rectificador.. | <input type="checkbox"/> In <input type="checkbox"/> Ou | | | | | |
| 8 | <input type="checkbox"/> Mec <input type="checkbox"/> Elec | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Ferra <input type="checkbox"/> U.S. <input type="checkbox"/> Ca | Robot; disco; Rectificador.. | <input type="checkbox"/> In <input type="checkbox"/> Ou | | | | | |
| 9 | <input type="checkbox"/> Mec <input type="checkbox"/> Elec | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Ferra <input type="checkbox"/> U.S. <input type="checkbox"/> Ca | Robot; disco; Rectificador.. | <input type="checkbox"/> In <input type="checkbox"/> Ou | | | | | |
| 10 | <input type="checkbox"/> Mec <input type="checkbox"/> Elec | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Ferra <input type="checkbox"/> U.S. <input type="checkbox"/> Ca | Robot; disco; Rectificador.. | <input type="checkbox"/> In <input type="checkbox"/> Ou | | | | | |
| 11 | <input type="checkbox"/> Mec <input type="checkbox"/> Elec | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Ferra <input type="checkbox"/> U.S. <input type="checkbox"/> Ca | Robot; disco; Rectificador.. | <input type="checkbox"/> In <input type="checkbox"/> Ou | | | | | |
| 12 | <input type="checkbox"/> Mec <input type="checkbox"/> Elec | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Ferra <input type="checkbox"/> U.S. <input type="checkbox"/> Ca | Robot; disco; Rectificador.. | <input type="checkbox"/> In <input type="checkbox"/> Ou | | | | | |
| 13 | <input type="checkbox"/> Mec <input type="checkbox"/> Elec | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Ferra <input type="checkbox"/> U.S. <input type="checkbox"/> Ca | Robot; disco; Rectificador.. | <input type="checkbox"/> In <input type="checkbox"/> Ou | | | | | |
| 14 | <input type="checkbox"/> Mec <input type="checkbox"/> Elec | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Ferra <input type="checkbox"/> U.S. <input type="checkbox"/> Ca | Robot; disco; Rectificador.. | <input type="checkbox"/> In <input type="checkbox"/> Ou | | | | | |
| 15 | <input type="checkbox"/> Mec <input type="checkbox"/> Elec | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Ferra <input type="checkbox"/> U.S. <input type="checkbox"/> Ca | Robot; disco; Rectificador.. | <input type="checkbox"/> In <input type="checkbox"/> Ou | | | | | |
| 16 | <input type="checkbox"/> Mec <input type="checkbox"/> Elec | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Ferra <input type="checkbox"/> U.S. <input type="checkbox"/> Ca | Robot; disco; Rectificador.. | <input type="checkbox"/> In <input type="checkbox"/> Ou | | | | | |
| 17 | <input type="checkbox"/> Mec <input type="checkbox"/> Elec | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Ferra <input type="checkbox"/> U.S. <input type="checkbox"/> Ca | Robot; disco; Rectificador.. | <input type="checkbox"/> In <input type="checkbox"/> Ou | | | | | |
| 18 | <input type="checkbox"/> Mec <input type="checkbox"/> Elec | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Ferra <input type="checkbox"/> U.S. <input type="checkbox"/> Ca | Robot; disco; Rectificador.. | <input type="checkbox"/> In <input type="checkbox"/> Ou | | | | | |
| 19 | <input type="checkbox"/> Mec <input type="checkbox"/> Elec | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Ferra <input type="checkbox"/> U.S. <input type="checkbox"/> Ca | Robot; disco; Rectificador.. | <input type="checkbox"/> In <input type="checkbox"/> Ou | | | | | |
| 20 | <input type="checkbox"/> Mec <input type="checkbox"/> Elec | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Ferra <input type="checkbox"/> U.S. <input type="checkbox"/> Ca | Robot; disco; Rectificador.. | <input type="checkbox"/> In <input type="checkbox"/> Ou | | | | | |

Figura 37 – Formulário utilizado na monitorização do OEE





Anexo III – Tabelas da análise da produtividade das diferentes referências nos acabamentos

Tabela 23 – Análise da produtividade no mês de fevereiro

| Fevereiro | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|------------|------------|-----------|----------|---------|-------------|---------------|--------------------|-----------|
| REF. | Qtd Pret. | Qtd. Prod. | Qtd. Refu. | Tp. Trab. | Tp. Par. | % Refu. | Pçs/h (cad) | Takt Time (h) | Tempo de Ciclo (h) | WIP* (Kg) |
| 901 | | | | | | | | | | |
| 3082 | | 420 | 52 | 7:30:00 | 0:00:00 | 12,4% | 56 | | 0,81 | 62 |
| 3207 | 196 | | | | | | | 0,38 | | |
| 3257 | | 7.777 | 210 | 13:58:00 | 1:06:00 | 2,7% | 557 | | 14,93 | 2.226 |
| 3280 | 784 | | | | | | | 1,51 | | |
| 3281 | 704.288 | 674.079 | 18.200 | 542:45:00 | 49:56:00 | 2,7% | 1.242 | 1.352,45 | 1.294,44 | 71.779 |
| 3282 | 176.072 | 155.254 | 3.571 | 125:58:00 | 5:31:00 | 2,3% | 1.233 | 338,11 | 298,14 | 11.800 |
| 3301 | 1.960 | 1.252 | 131 | 13:01:00 | 0:00:00 | 10,5% | 96 | 3,76 | 2,40 | 536 |
| 3304 | 2.159 | 2.905 | 174 | 14:29:00 | 10:00:00 | 6,0% | 201 | 4,15 | 5,58 | -2.516 |
| 3305 | 2.159 | 1.377 | 154 | 7:10:00 | 6:24:00 | 11,2% | 192 | 4,15 | 2,64 | 4.559 |
| 3316 | 1.920 | 1.030 | 183 | 5:40:00 | 1:29:00 | 17,8% | 182 | 3,69 | 1,98 | -469 |
| 3317 | 1.920 | | | | | | | 3,69 | | 2.691 |
| 3318 | 47.420 | 24.900 | 2.017 | 70:24:00 | 20:16:00 | 8,1% | 354 | 91,06 | 47,82 | 22.977 |
| 3319 | 47.420 | 24.782 | 3.420 | 63:13:00 | 17:45:00 | 13,8% | 392 | 91,06 | 47,59 | 15.720 |
| 3320 | 20.000 | 18.682 | 448 | 100:18:00 | 10:00:00 | 2,4% | 186 | 38,41 | 35,88 | 6.346 |
| 3322 | 3.400 | | | | | | | 6,53 | | |
| 3323 | 3.400 | | | | | | | 6,53 | | |
| 3324 | 6.800 | 6.390 | 428 | 21:39:00 | 0:57:00 | 6,7% | 295 | 13,06 | 12,27 | 357 |
| 3326 | | 391 | 24 | 1:37:00 | 1:27:00 | 6,1% | 242 | | 0,75 | 2.366 |



| | | | | | | | | | | |
|------|--------|--------|-------|-----------|----------|-------|-----|-------|-------|--------|
| 3329 | 4.703 | 1.040 | 10 | 3:10:00 | 0:00:00 | 1,0% | 328 | 9,03 | 2,00 | -399 |
| 3333 | 33.334 | 23.756 | 665 | 81:19:00 | 13:29:00 | 2,8% | 292 | 64,01 | 45,62 | 1.392 |
| 3335 | 834 | | | | | | | 1,60 | | |
| 3341 | 37.881 | 21.984 | 1.055 | 158:10:00 | 20:55:00 | 4,8% | 139 | 72,74 | 42,22 | 16.086 |
| 3342 | 2.083 | 2.149 | 84 | 10:52:00 | 0:00:00 | 3,9% | 198 | 4,00 | 4,13 | -105 |
| 3343 | 2.083 | 3.090 | 386 | 16:04:00 | 0:00:00 | 12,5% | 192 | 4,00 | 5,93 | 7.542 |
| 3344 | 2.083 | 4.200 | 164 | 24:28:00 | 1:04:00 | 3,9% | 172 | 4,00 | 8,07 | 4.888 |
| 3347 | 5.000 | 3.651 | 252 | 18:28:00 | 5:32:00 | 6,9% | 198 | 9,60 | 7,01 | 531 |
| 3354 | 7.233 | 13.169 | 751 | 98:46:00 | 2:15:00 | 5,7% | 133 | 13,89 | 25,29 | 27.247 |
| 3355 | 7.233 | 9.929 | 586 | 47:59:00 | 5:05:00 | 5,9% | 207 | 13,89 | 19,07 | 38.242 |
| 3357 | 10.262 | 6.540 | 504 | 23:43:00 | 0:37:00 | 7,7% | 276 | 19,71 | 12,56 | 7.843 |
| 3362 | 43.300 | 31.806 | 954 | 107:20:00 | 7:27:00 | 3,0% | 296 | 83,15 | 61,08 | 9.284 |
| 3366 | 1.255 | | | | | | | 2,41 | | 1.620 |
| 3370 | 2.831 | | | | | | | 5,44 | | |
| 3372 | 532 | | | | | | | 1,02 | | |
| 3374 | 4.727 | | | | | | | 9,08 | | |
| 3376 | 1.255 | 1.159 | 114 | 8:32:00 | 0:00:00 | 9,8% | 136 | 2,41 | 2,23 | 3.567 |
| 3377 | 4.786 | | | | | | | 9,19 | | |
| 3385 | 2.177 | | | | | | | 4,18 | | 1.012 |
| 3387 | 0 | | | | | | | | | 156 |
| 4005 | 5.050 | 8.150 | 546 | 26:38:00 | 1:48:00 | 6,7% | 306 | 9,70 | 15,65 | 8.091 |
| 4006 | 48.000 | 48.014 | 4.321 | 104:47:00 | 7:21:00 | 9,0% | 458 | 92,17 | 92,20 | 8.072 |
| 4007 | 10.000 | 8.443 | 540 | 18:17:00 | 3:14:00 | 6,4% | 462 | 19,20 | 16,21 | 3.588 |
| 4011 | 3.014 | | | | | | | 5,79 | | 267 |
| 4035 | 1.047 | | | | | | | 2,01 | | |
| 4050 | 27.900 | 14.110 | 1.115 | 36:41:00 | 7:03:00 | 7,9% | 385 | 53,58 | 27,10 | 11.587 |
| 4077 | 902 | 4.593 | 234 | 14:29:00 | 1:56:00 | 5,1% | 317 | 1,73 | 8,82 | 13.385 |
| 4078 | 902 | 6.199 | 198 | 16:16:00 | 2:06:00 | 3,2% | 381 | 1,73 | 11,90 | 12.293 |



| | | | | | | | | | | |
|------|--------|--------|-------|-----------|----------|------|-----|--------|--------|--------|
| 4079 | 1.795 | 12.026 | 1.094 | 41:28:00 | 10:15:00 | 9,1% | 290 | 3,45 | 23,09 | 8.102 |
| 4080 | 1.888 | 8.958 | 242 | 26:06:00 | 3:13:00 | 2,7% | 343 | 3,63 | 17,20 | 10.121 |
| 4081 | 1.888 | 8.397 | 336 | 22:04:00 | 4:48:00 | 4,0% | 381 | 3,63 | 16,12 | 11.590 |
| 4082 | 3.773 | 14.026 | 1.361 | 54:04:00 | 5:13:00 | 9,7% | 259 | 7,25 | 26,93 | 3.528 |
| 4086 | 0 | | | | | | | | | |
| 4087 | 0 | | | | | | | | | |
| 4089 | 0 | | | | | | | | | |
| 4099 | 1.325 | | | | | | | 2,54 | | |
| 4100 | 1.062 | | | | | | | 2,04 | | |
| 4101 | 2.119 | | | | | | | 4,07 | | |
| 4103 | 0 | | | | | | | | | |
| 4114 | 0 | | | | | | | | | |
| 4120 | 362 | | | | | | | 0,70 | | |
| 4121 | 362 | | | | | | | 0,70 | | |
| 4125 | 1.783 | | | | | | | 3,42 | | |
| 4126 | 1.783 | | | | | | | 3,42 | | |
| 4127 | 541 | | | | | | | 1,04 | | |
| 4131 | 194 | | | | | | | 0,37 | | |
| 4132 | 2.951 | | | | | | | 5,67 | | 4.106 |
| 4133 | 375 | | | | | | | 0,72 | | |
| 4136 | 52 | | | | | | | 0,10 | | |
| 4137 | 52 | | | | | | | 0,10 | | |
| 4138 | 88.000 | 63.480 | 3.682 | 154:33:00 | 16:21:00 | 5,8% | 411 | 168,99 | 121,90 | 39.578 |
| 4140 | 4.685 | 5.400 | 281 | 18:36:00 | 4:39:00 | 5,2% | 290 | 9,00 | 10,37 | 2.808 |
| 4142 | 1.822 | | | | | | | 3,50 | | 4.232 |
| 4143 | 16.022 | 14.920 | 910 | 44:42:00 | 6:47:00 | 6,1% | 334 | 30,77 | 28,65 | 4.311 |
| 4144 | 16.022 | 32.765 | 2.851 | 81:29:00 | 11:11:00 | 8,7% | 402 | 30,77 | 62,92 | 1.038 |
| 4147 | 51.040 | 38.521 | 1.271 | 113:05:00 | 10:35:00 | 3,3% | 341 | 98,01 | 73,97 | 34.885 |



| | | | | | | | | | | |
|------|--------|--------|-------|-----------|----------|-------|-----|--------|--------|---------|
| 4148 | 2.480 | | | | | | | 4,76 | | 1.379 |
| 4149 | 14.278 | 13.302 | 931 | 45:08:00 | 4:19:00 | 7,0% | 295 | 27,42 | 25,54 | -2.258 |
| 4150 | 14.278 | 13.446 | 901 | 45:57:00 | 4:37:00 | 6,7% | 293 | 27,42 | 25,82 | 2.212 |
| 4151 | 28.557 | 34.287 | 1.509 | 106:46:00 | 13:07:00 | 4,4% | 321 | 54,84 | 65,84 | 33.307 |
| 4157 | 0 | | | | | | | | | |
| 4160 | 2.343 | 5.200 | 239 | 16:00:00 | 4:45:00 | 4,6% | 325 | 4,50 | 9,99 | 16.157 |
| 4161 | 2.343 | 2.253 | 97 | 4:34:00 | 2:07:00 | 4,3% | 493 | 4,50 | 4,33 | 3.354 |
| 4163 | 4.541 | 7.600 | 312 | 25:11:00 | 1:15:00 | 4,1% | 302 | 8,72 | 14,59 | 11.107 |
| 4164 | 4.541 | 6.600 | 594 | 21:35:00 | 3:29:00 | 9,0% | 306 | 8,72 | 12,67 | 24.128 |
| 4165 | 9.083 | 15.753 | 851 | 45:17:00 | 3:40:00 | 5,4% | 348 | 17,44 | 30,25 | 4.913 |
| 4173 | 53 | | | | | | | 0,10 | | |
| 4175 | 0 | | | | | | | | | |
| 4176 | 0 | | | | | | | | | |
| 4177 | 911 | | | | | | | 1,75 | | 4.617 |
| 4178 | 911 | | | | | | | 1,75 | | 269 |
| 4179 | 5.500 | 8.018 | 80 | 17:33:00 | 3:11:00 | 1,0% | 457 | 10,56 | 15,40 | 175 |
| 4180 | 5.500 | 9.526 | 114 | 21:15:00 | 4:15:00 | 1,2% | 448 | 10,56 | 18,29 | 1.965 |
| 4181 | 23.200 | 20.657 | 1.384 | 68:16:00 | 12:08:00 | 6,7% | 303 | 44,55 | 39,67 | 1.457 |
| 4183 | 0 | | | | | | | | | |
| 4184 | 0 | | | | | | | | | |
| 4190 | 32.043 | 41.241 | 4.825 | 128:47:00 | 10:02:00 | 11,7% | 320 | 61,53 | 79,20 | 998 |
| 4191 | 58.500 | 52.905 | 2.592 | 161:12:00 | 20:23:00 | 4,9% | 328 | 112,34 | 101,59 | 39.283 |
| 4196 | 43.142 | 15.811 | 332 | 54:21:00 | 18:06:00 | 2,1% | 291 | 82,85 | 30,36 | 178.053 |
| 4197 | 43.142 | 21.956 | 1.010 | 70:48:00 | 15:59:00 | 4,6% | 310 | 82,85 | 42,16 | 92.777 |
| 4201 | 9.363 | 16.410 | 640 | 54:36:00 | 6:26:00 | 3,9% | 301 | 17,98 | 31,51 | 30.180 |
| 4203 | 60.038 | 82.870 | 3.978 | 241:28:00 | 18:43:00 | 4,8% | 343 | 115,29 | 159,14 | 10.870 |
| 4204 | 60.082 | 27.504 | 1.485 | 93:07:00 | 10:02:00 | 5,4% | 295 | 115,38 | 52,82 | 9.797 |
| 4205 | 3.528 | 3.915 | 168 | 14:35:00 | 3:53:00 | 4,3% | 268 | 6,77 | 7,52 | 7.104 |



| | | | | | | | | | | |
|------|--------|---------|--------|-----------|----------|-------|-----|--------|--------|--------|
| 4206 | 60.604 | 54.097 | 1.785 | 135:33:00 | 17:01:00 | 3,3% | 399 | 116,38 | 103,88 | 3.443 |
| 4207 | 59.516 | 61.162 | 1.713 | 139:30:00 | 14:37:00 | 2,8% | 438 | 114,29 | 117,45 | 5.112 |
| 4208 | 1.818 | | | | | | | 3,49 | | |
| 4209 | 1.710 | | | | | | | 3,28 | | |
| 4210 | 23.333 | 22.952 | 1.010 | 77:56:00 | 12:00:00 | 4,4% | 295 | 44,81 | 44,07 | 4.812 |
| 4226 | 10.403 | 16.641 | 1.647 | 57:27:00 | 6:31:00 | 9,9% | 290 | 19,98 | 31,96 | 20.755 |
| 4227 | 20.276 | 14.417 | 966 | 50:32:00 | 12:57:00 | 6,7% | 285 | 38,94 | 27,69 | 24.715 |
| 4228 | 19.758 | 8.474 | 322 | 24:31:00 | 2:45:00 | 3,8% | 346 | 37,94 | 16,27 | 23.417 |
| 4235 | 24.194 | 30.304 | 3.940 | 107:02:00 | 15:08:00 | 13,0% | 283 | 46,46 | 58,19 | 48.016 |
| 4236 | 24.268 | 29.500 | 2.242 | 88:22:00 | 11:33:00 | 7,6% | 334 | 46,60 | 56,65 | 40.401 |
| 4237 | 4.234 | 7.690 | 285 | 22:04:00 | 2:11:00 | 3,7% | 348 | 8,13 | 14,77 | 949 |
| 4238 | 4.166 | 7.640 | 160 | 19:37:00 | 6:44:00 | 2,1% | 389 | 8,00 | 14,67 | 2.323 |
| 4240 | 77.056 | 103.484 | 12.211 | 344:55:00 | 37:36:00 | 11,8% | 300 | 147,97 | 198,72 | 44.433 |
| 4258 | 7.118 | 5.558 | 350 | 19:21:00 | 6:14:00 | 6,3% | 287 | 13,67 | 10,67 | 24.218 |
| 4259 | 7.052 | | | | | | | 13,54 | | 27.984 |
| 4260 | 16.558 | 27.786 | 1.695 | 91:03:00 | 8:31:00 | 6,1% | 305 | 31,80 | 53,36 | 1.974 |
| 4273 | 2.683 | 9.550 | 411 | 32:58:00 | 4:50:00 | 4,3% | 290 | 5,15 | 18,34 | 2.255 |
| 4274 | 2.683 | 6.450 | 432 | 21:11:00 | 4:39:00 | 6,7% | 304 | 5,15 | 12,39 | 989 |
| 4275 | 5.367 | 5.800 | 313 | 18:05:00 | 1:55:00 | 5,4% | 321 | 10,31 | 11,14 | 408 |
| 4276 | 5.972 | 11.706 | 550 | 46:10:00 | 13:43:00 | 4,7% | 254 | 11,47 | 22,48 | 5.945 |
| 4277 | 5.972 | 8.905 | 552 | 31:27:00 | 9:58:00 | 6,2% | 283 | 11,47 | 17,10 | 7.420 |
| 4278 | 11.943 | 9.039 | 479 | 26:02:00 | 6:47:00 | 5,3% | 347 | 22,93 | 17,36 | -28 |
| 4291 | 0 | | | | | | | | | |
| 4292 | 0 | | | | | | | | | |
| 4294 | 0 | | | | | | | | | 440 |
| 4295 | 0 | | | | | | | | | 1.645 |
| 4296 | 0 | | | | | | | | | 1.556 |
| 4305 | 0 | | | | | | | | | |



| | | | | | | | | | | |
|-------|-----------|-----------|---------|------------|-----------|------|-----|-------|-------|-----------|
| 4306 | 0 | | | | | | | | | 393 |
| 4307 | 14.263 | 9.906 | 208 | 33:21:00 | 4:13:00 | 2,1% | 297 | 27,39 | 19,02 | 9.788 |
| TOTAL | 2.329.505 | 2.180.029 | 106.832 | 4983:21:00 | 638:05:00 | 4,9% | | | | 1.214.128 |
| | 4252 ton | 3985 ton | | | | | | | | |

Tabela 24 - Análise da produtividade no mês de março

| Março | | | | | | | | | | |
|-------|-----------|------------|------------|-----------|----------|---------|-------------|---------------|----------------|-----------|
| REF. | Qtd Pret. | Qtd. Prod. | Qtd. Refu. | Tp. Trab. | Tp. Par. | % Refu. | Pçs/h (cad) | Takt Time (h) | Tempo de Ciclo | WIP* (Kg) |
| 901 | | 4053 | 1161 | 16:37:00 | 1:39:00 | 28,6% | 244 | | 7,29 | -86 |
| 3082 | | | | | | | | | | 62 |
| 3207 | 196 | | | | | | | 0,35 | | |
| 3257 | | 5.733 | 136 | 6:55:00 | 4:49:00 | 2,4% | 829 | | 10,31 | -122 |
| 3280 | 784 | | | | | | | 1,41 | | |
| 3281 | 695.311 | 803.634 | 22.157 | 667:17:00 | 52:13:00 | 2,8% | 1.204 | 1.250,56 | 1.445,38 | 97.395 |
| 3282 | 173.828 | 207.747 | 7.706 | 157:46:00 | 15:38:00 | 3,7% | 1.317 | 312,64 | 373,65 | 18.171 |
| 3301 | 1.960 | 1.140 | 114 | 11:18:00 | 2:33:00 | 10,0% | 101 | 3,53 | 2,05 | 216 |
| 3304 | 1.984 | 3.151 | 52 | 15:30:00 | 6:20:00 | 1,7% | 203 | 3,57 | 5,67 | -2.720 |
| 3305 | 1.984 | 4.019 | 124 | 19:04:00 | 15:56:00 | 3,1% | 211 | 3,57 | 7,23 | 3.469 |
| 3316 | 960 | | | | | | | 1,73 | | -469 |
| 3317 | 960 | | | | | | | 1,73 | | 2.691 |
| 3318 | 34.855 | 48.282 | 3.609 | 113:22:00 | 13:10:00 | 7,5% | 426 | 62,69 | 86,84 | 2.371 |
| 3319 | 34.855 | 51.252 | 4.582 | 130:15:00 | 20:05:00 | 8,9% | 393 | 62,69 | 92,18 | 6.104 |
| 3320 | 20.000 | 9.944 | 340 | 49:40:00 | 7:01:00 | 3,4% | 200 | 35,97 | 17,88 | 7.543 |
| 3322 | 3.400 | | | | | | | 6,12 | | |
| 3323 | 3.400 | | | | | | | 6,12 | | |
| 3324 | 6.800 | 10.620 | 680 | 28:34:00 | 9:24:00 | 6,4% | 372 | 12,23 | 19,10 | 277 |



| | | | | | | | | | | |
|------|--------|--------|-------|-----------|----------|-------|-----|-------|--------|--------|
| 3326 | | | | | | | | | | 2.366 |
| 3329 | 4.703 | 5.830 | 231 | 33:57:00 | 0:00:00 | 4,0% | 172 | 8,46 | 10,49 | 106 |
| 3333 | 27.500 | 18.955 | 472 | 63:57:00 | 7:48:00 | 2,5% | 296 | 49,46 | 34,09 | 2.350 |
| 3335 | 834 | 340 | 18 | 2:18:00 | 0:00:00 | 5,3% | 148 | 1,50 | 0,61 | |
| 3341 | 37.881 | 34.597 | 1.083 | 220:24:00 | 12:35:00 | 3,1% | 157 | 68,13 | 62,22 | 42.960 |
| 3342 | 2.083 | 2.423 | 87 | 14:10:00 | 0:00:00 | 3,6% | 171 | 3,75 | 4,36 | 87 |
| 3343 | 2.083 | 4.244 | 447 | 16:23:00 | 0:10:00 | 10,5% | 259 | 3,75 | 7,63 | 3.544 |
| 3344 | 2.083 | | | | | | | 3,75 | | 4.888 |
| 3347 | 5.000 | 6.730 | 341 | 39:11:00 | 4:10:00 | 5,1% | 172 | 8,99 | 12,10 | 573 |
| 3354 | 7.233 | 7.627 | 251 | 51:54:00 | 2:06:00 | 3,3% | 147 | 13,01 | 13,72 | -2.344 |
| 3355 | 7.233 | 9.670 | 592 | 54:23:00 | 10:36:00 | 6,1% | 178 | 13,01 | 17,39 | -236 |
| 3357 | 7.944 | 20.630 | 3.089 | 58:35:00 | 3:47:00 | 15,0% | 352 | 14,29 | 37,10 | 7.000 |
| 3362 | 43.300 | 13.367 | 698 | 38:39:00 | 1:17:00 | 5,2% | 346 | 77,88 | 24,04 | 16.390 |
| 3366 | 1.255 | 3.592 | 255 | 11:11:00 | 0:00:00 | 7,1% | 321 | 2,26 | 6,46 | 3 487 |
| 3370 | 2.831 | | | | | | | 5,09 | | |
| 3372 | 532 | | | | | | | 0,96 | | |
| 3374 | 4.727 | | | | | | | 8,50 | | |
| 3376 | 1.255 | 3.652 | 272 | 25:03:00 | 1:05:00 | 7,4% | 146 | 2,26 | 6,57 | 1 565 |
| 3377 | 4.786 | | | | | | | 8,61 | | |
| 3385 | 2.177 | 560 | 344 | 6:32:00 | 0:00:00 | 61,4% | 86 | 3,92 | 1,01 | 1 416 |
| 3387 | 0 | | | | | | | | | 1 012 |
| 4005 | 5.050 | 17.841 | 817 | 53:02:00 | 4:37:00 | 4,6% | 336 | 9,08 | 32,09 | 9 397 |
| 4006 | 48.000 | 75.249 | 4.583 | 142:27:00 | 14:44:00 | 6,1% | 528 | 86,33 | 135,34 | 12 242 |
| 4007 | 10.000 | | | | | | | 17,99 | | 3 588 |
| 4011 | 3.014 | 5.520 | 702 | 17:25:00 | 2:27:00 | 12,7% | 317 | 5,42 | 9,93 | 267 |
| 4035 | 1.047 | 2.574 | 111 | 9:05:00 | 0:00:00 | 4,3% | 283 | 1,88 | 4,63 | 175 |
| 4050 | 53.100 | | | | | | | 95,50 | | 11 587 |
| 4077 | 902 | | | | | | | 1,62 | | 13 385 |



| | | | | | | | | | | |
|------|--------|--------|-------|-----------|----------|-------|-----|--------|--------|--------|
| 4078 | 902 | | | | | | | 1,62 | | 12 293 |
| 4079 | 1.795 | | | | | | | 3,23 | | 10 286 |
| 4080 | 1.888 | | | | | | | 3,40 | | 10 121 |
| 4081 | 1.888 | | | | | | | 3,40 | | 11 590 |
| 4082 | 3.773 | | | | | | | 6,79 | | 3 528 |
| 4086 | 0 | | | | | | | | | |
| 4087 | 0 | | | | | | | | | |
| 4089 | 0 | | | | | | | | | |
| 4099 | 1.325 | | | | | | | 2,38 | | |
| 4100 | 1.062 | | | | | | | 1,91 | | |
| 4101 | 2.119 | | | | | | | 3,81 | | |
| 4103 | 0 | | | | | | | | | |
| 4114 | 0 | 4.740 | 312 | 17:20:00 | 3:15:00 | 6,6% | 273 | | 8,53 | 644 |
| 4120 | 362 | | | | | | | 0,65 | | |
| 4121 | 362 | | | | | | | 0,65 | | |
| 4125 | 1.783 | | | | | | | 3,21 | | |
| 4126 | 1.783 | | | | | | | 3,21 | | |
| 4127 | 541 | | | | | | | 0,97 | | |
| 4131 | 194 | | | | | | | 0,35 | | |
| 4132 | 2.951 | 12.939 | 468 | 46:30:00 | 9:49:00 | 3,6% | 278 | 5,31 | 23,27 | 2 948 |
| 4133 | 375 | | | | | | | 0,67 | | |
| 4136 | 52 | | | | | | | 0,09 | | |
| 4137 | 52 | | | | | | | 0,09 | | |
| 4138 | 88.000 | 73.458 | 6.199 | 218:42:00 | 24:38:00 | 8,4% | 336 | 158,27 | 132,12 | 10 709 |
| 4140 | 4.685 | 11.580 | 437 | 48:32:00 | 2:41:00 | 3,8% | 239 | 8,43 | 20,83 | 8 053 |
| 4142 | 1.822 | 3.550 | 974 | 18:35:00 | 0:13:00 | 27,4% | 191 | 3,28 | 6,38 | 2 542 |
| 4143 | 16.022 | 26.210 | 1.592 | 83:15:00 | 10:07:00 | 6,1% | 315 | 28,82 | 47,14 | 5 894 |
| 4144 | 16.022 | 10.380 | 1.317 | 27:46:00 | 2:13:00 | 12,7% | 374 | 28,82 | 18,67 | 828 |



| | | | | | | | | | | |
|------|--------|---------|-------|-----------|----------|-------|-----|--------|--------|--------|
| 4147 | 74.552 | 88.757 | 3.660 | 265:45:00 | 27:11:00 | 4,1% | 334 | 134,09 | 159,63 | 74 664 |
| 4148 | 3.200 | 5.640 | 490 | 18:21:00 | 1:43:00 | 8,7% | 307 | 5,76 | 10,14 | 1 199 |
| 4149 | 14.278 | 10.927 | 695 | 33:10:00 | 0:24:00 | 6,4% | 329 | 25,68 | 19,65 | - 480 |
| 4150 | 14.278 | 12.483 | 494 | 39:15:00 | 2:41:00 | 4,0% | 318 | 25,68 | 22,45 | 2 153 |
| 4151 | 28.557 | 29.732 | 967 | 89:42:00 | 9:14:00 | 3,3% | 331 | 51,36 | 53,47 | 91 737 |
| 4157 | 0 | | | | | | | | | |
| 4160 | 2.343 | 14.480 | 624 | 39:26:00 | 3:37:00 | 4,3% | 367 | 4,21 | 26,04 | 2 876 |
| 4161 | 2.343 | 10.862 | 522 | 32:34:00 | 0:44:00 | 4,8% | 334 | 4,21 | 19,54 | 3 856 |
| 4163 | 4.541 | 3.380 | 286 | 10:46:00 | 0:55:00 | 8,5% | 314 | 8,17 | 6,08 | 9 436 |
| 4164 | 4.541 | 8.587 | 835 | 30:55:00 | 11:01:00 | 9,7% | 278 | 8,17 | 15,44 | 4 804 |
| 4165 | 9.083 | 6.866 | 148 | 21:48:00 | 0:54:00 | 2,2% | 315 | 16,34 | 12,35 | 8 962 |
| 4173 | 53 | | | | | | | 0,10 | | |
| 4175 | 0 | 0 | | 0:01:00 | 3:06:00 | | | | | |
| 4176 | 0 | | | | | | | | | |
| 4177 | 911 | | | | | | | 1,64 | | 4 617 |
| 4178 | 911 | | | | | | | 1,64 | | 269 |
| 4179 | 11.500 | 6.498 | 39 | 16:35:00 | 7:09:00 | 0,6% | 392 | 20,68 | 11,69 | 78 |
| 4180 | 11.500 | 8.150 | 66 | 17:49:00 | 0:13:00 | 0,8% | 457 | 20,68 | 14,66 | 1 666 |
| 4181 | 12.000 | 13.486 | 675 | 45:58:00 | 6:24:00 | 5,0% | 293 | 21,58 | 24,26 | 8 861 |
| 4183 | 600 | | | | | | | 1,08 | | |
| 4184 | 600 | | | | | | | 1,08 | | |
| 4190 | 32.043 | 68.632 | 9.643 | 251:57:00 | 11:01:00 | 14,1% | 272 | 57,63 | 123,44 | 10 631 |
| 4191 | 66.150 | 42.703 | 1.037 | 122:21:00 | 13:55:00 | 2,4% | 349 | 118,97 | 76,80 | 54 552 |
| 4196 | 43.142 | 79.504 | 2.173 | 224:36:00 | 25:12:00 | 2,7% | 354 | 77,59 | 142,99 | 43 675 |
| 4197 | 43.142 | 85.434 | 3.154 | 230:15:00 | 30:38:00 | 3,7% | 371 | 77,59 | 153,66 | 38 671 |
| 4201 | 9.363 | 3.766 | 161 | 12:25:00 | 3:18:00 | 4,3% | 303 | 16,84 | 6,77 | 10 545 |
| 4203 | 58.814 | 114.483 | 5.035 | 352:18:00 | 23:16:00 | 4,4% | 325 | 105,78 | 205,90 | 35 356 |
| 4204 | 63.858 | 73.660 | 3.429 | 245:41:00 | 21:20:00 | 4,7% | 300 | 114,85 | 132,48 | 55 540 |



| | | | | | | | | | | |
|------|--------|---------|-------|-----------|----------|-------|-----|--------|--------|---------|
| 4205 | 3.384 | 6.248 | 185 | 20:08:00 | 6:14:00 | 3,0% | 310 | 6,09 | 11,24 | 7 588 |
| 4206 | 60.832 | 71.822 | 2.316 | 168:23:00 | 21:31:00 | 3,2% | 427 | 109,41 | 129,18 | 2 422 |
| 4207 | 61.840 | 63.476 | 1.740 | 139:44:00 | 7:49:00 | 2,7% | 454 | 111,22 | 114,17 | 26 962 |
| 4208 | 1.692 | | | | | | | 3,04 | | |
| 4209 | 1.692 | | | | | | | 3,04 | | |
| 4210 | 23.333 | 38.850 | 2.674 | 120:22:00 | 20:02:00 | 6,9% | 323 | 41,97 | 69,87 | 35 198 |
| 4226 | 10.403 | 11.323 | 2.327 | 47:34:00 | 3:52:00 | 20,6% | 238 | 18,71 | 20,37 | 4 105 |
| 4227 | 15.096 | 11.812 | 524 | 38:20:00 | 6:32:00 | 4,4% | 308 | 27,15 | 21,24 | 6 942 |
| 4228 | 15.244 | 17.106 | 519 | 58:20:00 | 4:36:00 | 3,0% | 293 | 27,42 | 30,77 | 3 555 |
| 4235 | 27.404 | 33.215 | 1.386 | 102:46:00 | 12:57:00 | 4,2% | 323 | 49,29 | 59,74 | 12 537 |
| 4236 | 26.812 | 29.973 | 2.088 | 89:56:00 | 8:56:00 | 7,0% | 333 | 48,22 | 53,91 | 9 555 |
| 4237 | 9.495 | | | | | | | 17,08 | | 949 |
| 4238 | 9.569 | | | | | | | 17,21 | | 2 323 |
| 4240 | 77.056 | 116.774 | 7.309 | 361:18:00 | 36:02:00 | 6,3% | 323 | 138,59 | 210,03 | 170 605 |
| 4258 | 7.118 | 7.816 | 210 | 20:37:00 | 1:18:00 | 2,7% | 379 | 12,80 | 14,06 | 46 419 |
| 4259 | 7.052 | 16.462 | 741 | 49:42:00 | 4:30:00 | 4,5% | 331 | 12,68 | 29,61 | 20 146 |
| 4260 | 16.024 | 33.899 | 2.164 | 105:10:00 | 5:04:00 | 6,4% | 322 | 28,82 | 60,97 | 48 748 |
| 4273 | 2.683 | | | | | | | 4,83 | | 2 255 |
| 4274 | 2.683 | 550 | 54 | 1:57:00 | 0:00:00 | 9,8% | 282 | 4,83 | 0,99 | 989 |
| 4275 | 5.367 | 13.410 | 762 | 43:19:00 | 6:17:00 | 5,7% | 310 | 9,65 | 24,12 | 1 135 |
| 4276 | 5.972 | 7.760 | 954 | 29:34:00 | 12:53:00 | 12,3% | 262 | 10,74 | 13,96 | 5 826 |
| 4277 | 5.972 | 8.554 | 576 | 31:24:00 | 2:46:00 | 6,7% | 272 | 10,74 | 15,38 | 5 977 |
| 4278 | 11.943 | 24.506 | 1.336 | 83:11:00 | 2:39:00 | 5,5% | 295 | 21,48 | 44,08 | 13 325 |
| 4291 | 0 | | | | | | | | | |
| 4292 | 150 | | | | | | | 0,27 | | |
| 4294 | 0 | | | | | | | | | 2 024 |
| 4295 | 0 | 300 | 13 | 6:29:00 | 0:00:00 | 4,3% | 46 | | 0,54 | 1 645 |
| 4296 | 0 | 400 | 8 | 6:28:00 | 0:00:00 | 2,0% | 62 | | 0,72 | 1 556 |



| | | | | | | | | | | |
|-------|-----------|-----------|---------|------------|-----------|------|-----|-------|-------|-----------|
| 4305 | 0 | | | | | | | | | |
| 4306 | 0 | | | | | | | | | 393 |
| 4307 | 14.263 | 28.445 | 587 | 81:16:00 | 12:23:00 | 2,1% | 350 | 25,65 | 51,16 | 24 161 |
| TOTAL | 2.352.970 | 2.756.564 | 128.959 | 6243:10:00 | 647:23:00 | 4,7% | | | | 1.271.151 |
| | 4258 ton | 4940 ton | | | | | | | | |

Tabela 25 - Análise da produtividade no mês de abril

| Abril | | | | | | | | | | |
|-------|-----------|------------|------------|-----------|----------|---------|-------------|---------------|----------------|-----------|
| REF. | Qtd Pret. | Qtd. Prod. | Qtd. Refu. | Tp. Trab. | Tp. Par. | % Refu. | Pçs/h (cad) | Takt Time (h) | Tempo de Ciclo | WIP* (Kg) |
| 901 | | | | | | | | 0,00 | | -86 |
| 3082 | | | | | | | | 0,00 | | 62 |
| 3207 | | | | | | | | 0,00 | | |
| 3220 | | 1.220 | 86 | 3:00:00 | 0:00:00 | 7,0% | 407 | | 2,34 | 347 |
| 3257 | | 26.784 | 296 | 30:14:00 | 4:05:00 | 1,1% | 886 | | 51,41 | -778 |
| 3280 | 1.000 | | | | | | | 1,92 | | |
| 3281 | 544.000 | 968.217 | 9.860 | 715:18:00 | 21:45:00 | 1,0% | 1.354 | 1.044,15 | 1.858,38 | 79.434 |
| 3282 | 136.000 | 144.548 | 2.311 | 110:33:00 | 6:08:00 | 1,6% | 1.308 | 261,04 | 277,44 | 91.600 |
| 3285 | | 30.901 | 1.242 | | | 4,0% | | | 59,31 | |
| 3300 | | 28 | 3 | | | 10,7% | | | 0,05 | |
| 3301 | | | | | | | | | | 216 |
| 3304 | 2.730 | 5.086 | 278 | 23:49:00 | 5:23:00 | 5,5% | 214 | 5,24 | 9,76 | -2.584 |
| 3305 | 2.730 | 5.155 | 265 | 25:49:00 | 12:32:00 | 5,1% | 200 | 5,24 | 9,89 | -1.029 |
| 3312 | | 70.480 | 2.400 | | | 3,4% | | | 135,28 | |
| 3314 | | 33.236 | 1.375 | | | 4,1% | | | 63,79 | |
| 3316 | 1.100 | | | | | | | 2,11 | | -469 |
| 3317 | 1.100 | | | | | | | 2,11 | | 2.691 |



| | | | | | | | | | | |
|------|--------|--------|-------|-----------|----------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 3318 | 20.360 | 44.232 | 1.374 | 105:11:00 | 9:05:00 | 3,1% | 421 | 39,08 | 84,90 | 28.774 |
| 3319 | 20.280 | 59.910 | 2.391 | 153:10:00 | 16:14:00 | 4,0% | 391 | 38,93 | 114,99 | 5.738 |
| 3320 | 11.475 | 8.425 | 200 | 47:28:00 | 2:37:00 | 2,4% | 177 | 22,02 | 16,17 | 7.673 |
| 3321 | | 4.492 | 188 | | | 4,2% | | | 8,62 | |
| 3322 | | | | | | | | | | 494 |
| 3323 | | | | | | | | | | |
| 3324 | 7.700 | 6.820 | 1.057 | 22:08:00 | 1:12:00 | 15,5% | 308 | 14,78 | 13,09 | 242 |
| 3326 | | | | | | | | | | 2.366 |
| 3328 | | 2.752 | 129 | | | 4,7% | | | 5,28 | |
| 3329 | 1.920 | 1.128 | 142 | 7:15:00 | 0:00:00 | 12,6% | 156 | 3,69 | 2,17 | 47 |
| 3330 | | 420 | 52 | | | 12,4% | | | 0,81 | |
| 3333 | 9.000 | 11.142 | 460 | 42:33:00 | 4:17:00 | 4,1% | 262 | 17,27 | 21,39 | 1.123 |
| 3335 | | 6.820 | 143 | 36:53:00 | 0:00:00 | 2,1% | 185 | | 13,09 | 79 |
| 3337 | | 1.956 | 121 | | | 6,2% | | | 3,75 | |
| 3338 | | 96 | 4 | | | 4,2% | | | 0,18 | |
| 3341 | 10.080 | 18.767 | 517 | 139:22:00 | 7:08:00 | 2,8% | 135 | 19,35 | 36,02 | 12.405 |
| 3342 | 960 | | | | | | | 1,84 | | 87 |
| 3343 | | | | | | | | | | 3.544 |
| 3344 | | | | | | | | | | 4.888 |
| 3345 | | 1.210 | 107 | | | 8,8% | | | 2,32 | |
| 3346 | | 2.912 | 160 | | | 5,5% | | | 5,59 | |
| 3347 | 1.540 | 2.629 | 273 | 13:43:00 | 1:39:00 | 10,4% | 192 | 2,96 | 5,05 | 471 |
| 3350 | | 412 | 53 | | | 12,9% | | | 0,79 | |
| 3351 | | 7.272 | 160 | 4:25:00 | 0:00:00 | 2,2% | 1.646 | | 13,96 | 3.696 |
| 3352 | | 660 | 21 | | | 3,2% | | | 1,27 | |
| 3353 | | 2.400 | 143 | | | 6,0% | | | 4,61 | |
| 3354 | 6.300 | 13.502 | 477 | 77:36:00 | 1:30:00 | 3,5% | 174 | 12,09 | 25,92 | -1.457 |
| 3355 | 7.700 | 11.357 | 255 | 41:27:00 | 2:19:00 | 2,2% | 274 | 14,78 | 21,80 | 11.576 |



| | | | | | | | | | | |
|------|--------|--------|-------|-----------|---------|-------|-----|-------|-------|--------|
| 3356 | | 6.900 | 219 | | | 3,2% | | | 13,24 | |
| 3357 | 18.225 | 24.820 | 1.419 | 76:56:00 | 1:01:00 | 5,7% | 323 | 34,98 | 47,64 | 18.590 |
| 3358 | | 1.016 | 16 | | | 1,6% | | | 1,95 | |
| 3359 | | 1.627 | 14 | | | 0,9% | | | 3,12 | |
| 3362 | 30.000 | 35.356 | 1.152 | 116:37:00 | 4:29:00 | 3,3% | 303 | 57,58 | 67,86 | 7.626 |
| 3366 | 18.000 | 24.654 | 7.415 | 64:23:00 | 0:00:00 | 30,1% | 383 | 34,55 | 47,32 | 4.466 |
| 3367 | | 1.296 | 157 | | | 12,1% | | | 2,49 | |
| 3370 | | | | | | | | | | |
| 3372 | | | | | | | | | | |
| 3374 | | | | | | | | | | |
| 3375 | | | | | | | | | | |
| 3376 | 9.000 | 1.430 | 218 | 8:52:00 | 0:00:00 | 15,2% | 161 | 17,27 | 2,74 | 1.322 |
| 3377 | 11.000 | | | | | | | 21,11 | | |
| 3381 | | 1.001 | 48 | | | 4,8% | | | 1,92 | |
| 3382 | | 289 | 47 | | | 16,3% | | | 0,55 | |
| 3385 | | 3.241 | 1.524 | 40:13:00 | 5:44:00 | 47,0% | 81 | | 6,22 | 2.413 |
| 3387 | | | | | | | | | | 2.024 |
| 3398 | | 64 | 27 | | | 42,2% | | | 0,12 | |
| 4005 | 5.850 | 7.022 | 354 | 18:01:00 | 0:53:00 | 5,0% | 390 | 11,23 | 13,48 | 841 |
| 4006 | 33.600 | 30.561 | 2.350 | 69:05:00 | 4:41:00 | 7,7% | 442 | 64,49 | 58,66 | 13.569 |
| 4007 | | 2.832 | 177 | 6:06:00 | | 6,3% | 464 | | 5,44 | 68 |
| 4011 | 800 | | | | | | | 1,54 | | 267 |
| 4035 | 4.032 | | | | | | | 7,74 | | 175 |
| 4040 | | | | | | | | | | 8.996 |
| 4045 | | | | | | | | | | |
| 4050 | 5.400 | | | | | | | 10,36 | | 11.587 |
| 4077 | | | | | | | | | | 13.385 |
| 4078 | | | | | | | | | | 12.293 |



| | | | | | | | | | | |
|------|--------|---------|-------|-----------|----------|-------|-----|--------|--------|--------|
| 4079 | | | | | | | | | | 10.286 |
| 4080 | | | | | | | | | | 10.121 |
| 4081 | | | | | | | | | | 11.590 |
| 4082 | | | | | | | | | | 3.528 |
| 4086 | | | | | | | | | | |
| 4087 | | | | | | | | | | |
| 4089 | | | | | | | | | | |
| 4091 | | | | | | | | | | |
| 4099 | | | | | | | | | | |
| 4100 | | | | | | | | | | |
| 4101 | | | | | | | | | | |
| 4103 | | | | | | | | | | |
| 4114 | | 6.716 | 606 | 25:15:00 | 2:53:00 | 9,0% | 266 | | 12,89 | 405 |
| 4120 | 600 | | | | | | | 1,15 | | |
| 4121 | 600 | | | | | | | 1,15 | | |
| 4125 | | | | | | | | | | |
| 4126 | | | | | | | | | | |
| 4127 | | | | | | | | | | |
| 4131 | | | | | | | | | | |
| 4132 | 660 | | | | | | | 1,27 | | 2.948 |
| 4133 | | | | | | | | | | |
| 4136 | 400 | | | | | | | 0,77 | | |
| 4137 | 400 | | | | | | | 0,77 | | |
| 4138 | 60.000 | 141.083 | 5.459 | 373:33:00 | 17:31:00 | 3,9% | 378 | 115,16 | 270,79 | 55.725 |
| 4140 | 1.500 | 27.924 | 1.804 | 80:07:00 | 2:44:00 | 6,5% | 349 | 2,88 | 53,60 | -620 |
| 4142 | 500 | 7.708 | 2.521 | 30:10:00 | 1:41:00 | 32,7% | 256 | 0,96 | 14,79 | 2.781 |
| 4143 | 22.500 | 15.171 | 1.321 | 48:45:00 | 1:37:00 | 8,7% | 311 | 43,19 | 29,12 | 5.034 |
| 4144 | 22.200 | 18.768 | 835 | 51:46:00 | 1:04:00 | 4,4% | 363 | 42,61 | 36,02 | 1.105 |



| | | | | | | | | | | |
|------|--------|---------|-------|-----------|----------|-------|-----|--------|--------|--------|
| 4147 | 10.080 | 115.521 | 4.569 | 309:24:00 | 33:06:00 | 4,0% | 373 | 19,35 | 221,73 | 62.584 |
| 4148 | | | | | | | | | | 11.642 |
| 4149 | 700 | 15.682 | 1.033 | 40:55:00 | 2:50:00 | 6,6% | 383 | 1,34 | 30,10 | -1.012 |
| 4150 | 700 | 17.257 | 428 | 43:17:00 | 1:40:00 | 2,5% | 399 | 1,34 | 33,12 | 2.415 |
| 4151 | 24.000 | 38.646 | 2.321 | 111:40:00 | 6:12:00 | 6,0% | 346 | 46,07 | 74,18 | 52.224 |
| 4157 | | | | | | | | | | |
| 4160 | 800 | | | | | | | 1,54 | | 2.879 |
| 4161 | 800 | | | | | | | 1,54 | | 3.856 |
| 4163 | 4.400 | 14.773 | 1.101 | 55:43:00 | 4:09:00 | 7,5% | 265 | 8,45 | 28,36 | 6.325 |
| 4164 | 3.800 | 11.555 | 2.207 | 49:20:00 | 7:18:00 | 19,1% | 234 | 7,29 | 22,18 | 5.413 |
| 4165 | 8.050 | 17.920 | 2.927 | 64:41:00 | 2:01:00 | 16,3% | 277 | 15,45 | 34,40 | 4.447 |
| 4173 | | | | | | | | | | |
| 4175 | | 370 | 61 | 5:08:00 | 0:36:00 | 16,5% | 72 | | 0,71 | 2.994 |
| 4176 | 250 | 340 | 35 | 1:26:00 | 0:54:00 | 10,3% | 237 | 0,48 | 0,65 | 3.167 |
| 4177 | 400 | 2.400 | 388 | 7:23:00 | 1:28:00 | 16,2% | 325 | 0,77 | 4,61 | 4.879 |
| 4178 | 400 | 6.288 | 623 | 20:02:00 | 7:54:00 | 9,9% | 314 | 0,77 | 12,07 | 1.079 |
| 4179 | 1.750 | 12.465 | 152 | 29:37:00 | 5:59:00 | 1,2% | 421 | 3,36 | 23,93 | 253 |
| 4180 | 1.500 | 13.124 | 423 | 30:20:00 | 1:44:00 | 3,2% | 433 | 2,88 | 25,19 | 974 |
| 4181 | 12.000 | 29.900 | 1.673 | 96:56:00 | 6:59:00 | 5,6% | 308 | 23,03 | 57,39 | 4.230 |
| 4183 | | | | | | | | | | |
| 4184 | | | | | | | | | | |
| 4190 | 43.200 | 57.654 | 7.389 | 193:02:00 | 4:18:00 | 12,8% | 299 | 82,92 | 110,66 | 9.884 |
| 4191 | 29.100 | 37.501 | 1.939 | 103:57:00 | 11:55:00 | 5,2% | 361 | 55,85 | 71,98 | 31.890 |
| 4196 | 56.168 | 59.802 | 1.581 | 147:50:00 | 13:41:00 | 2,6% | 405 | 107,81 | 114,78 | 19.889 |
| 4197 | 55.556 | 46.443 | 1.201 | 115:59:00 | 24:28:00 | 2,6% | 400 | 106,63 | 89,14 | 23.032 |
| 4201 | 17.496 | 8.814 | 308 | 24:00:00 | 5:11:00 | 3,5% | 367 | 33,58 | 16,92 | 11.435 |
| 4203 | 73.200 | 89.975 | 2.422 | 271:18:00 | 13:00:00 | 2,7% | 332 | 140,50 | 172,70 | 32.029 |
| 4204 | 48.000 | 57.506 | 2.503 | 180:58:00 | 13:54:00 | 4,4% | 318 | 92,13 | 110,38 | 35.501 |



| | | | | | | | | | | |
|------|--------|--------|-------|-----------|----------|-------|-----|--------|--------|--------|
| 4205 | | 12.592 | 248 | 36:41:00 | 1:12:00 | 2,0% | 343 | 0,00 | 24,17 | 2.071 |
| 4206 | 44.760 | 40.546 | 809 | 90:10:00 | 8:51:00 | 2,0% | 450 | 85,91 | 77,82 | 6.193 |
| 4207 | 54.240 | 78.030 | 1.751 | 160:06:00 | 9:46:00 | 2,2% | 487 | 104,11 | 149,77 | 7.453 |
| 4208 | | | | | | | | | | |
| 4209 | | | | | | | | | | |
| 4210 | 30.960 | 20.630 | 1.622 | 63:04:00 | 9:15:00 | 7,9% | 327 | 59,42 | 39,60 | 80.141 |
| 4226 | 16.128 | 4.968 | 1.553 | 15:00:00 | 2:24:00 | 31,3% | 331 | 30,96 | 9,54 | 6.200 |
| 4227 | 15.318 | 22.193 | 1.514 | 68:31:00 | 10:54:00 | 6,8% | 324 | 29,40 | 42,60 | 8.143 |
| 4228 | 15.318 | 10.834 | 825 | 34:19:00 | 2:13:00 | 7,6% | 316 | 29,40 | 20,79 | 3.894 |
| 4235 | | 5.626 | 121 | 17:38:00 | 4:11:00 | 2,2% | 319 | | 10,80 | 13.039 |
| 4236 | | 16.212 | 927 | 52:35:00 | 3:24:00 | 5,7% | 308 | | 31,12 | 14.339 |
| 4237 | | 8.929 | 364 | 26:20:00 | 7:55:00 | 4,1% | 339 | | 17,14 | 1.428 |
| 4238 | | 9.291 | 140 | 26:48:00 | 1:42:00 | 1,5% | 347 | | 17,83 | 2.542 |
| 4240 | 52.080 | 73.425 | 5.346 | 210:39:00 | 17:21:00 | 7,3% | 349 | 99,96 | 140,93 | 71.869 |
| 4258 | 10.064 | 10.011 | 226 | 27:17:00 | 1:48:00 | 2,3% | 367 | 19,32 | 19,21 | 2.399 |
| 4259 | 11.560 | 4.046 | 129 | 14:52:00 | 0:14:00 | 3,2% | 272 | 22,19 | 7,77 | 2.193 |
| 4260 | | 29.459 | 1.162 | 77:27:00 | 3:36:00 | 3,9% | 380 | | 56,54 | 27.187 |
| 4273 | 1.200 | 8.600 | 477 | 29:08:00 | 2:34:00 | 5,5% | 295 | 2,30 | 16,51 | 1.970 |
| 4274 | 1.500 | 8.042 | 324 | 25:11:00 | 0:48:00 | 4,0% | 319 | 2,88 | 15,44 | 1.852 |
| 4275 | 2.700 | | | | | | | 5,18 | | 22.933 |
| 4276 | 2.000 | 8.288 | 182 | 23:50:00 | 4:40:00 | 2,2% | 348 | 3,84 | 15,91 | 7.128 |
| 4277 | 2.100 | 8.600 | 222 | 20:49:00 | 1:51:00 | 2,6% | 413 | 4,03 | 16,51 | 6.885 |
| 4278 | 4.200 | | | | | | | 8,06 | | 21.560 |
| 4291 | | | | | | | | | | |
| 4292 | | | | | | | | | | |
| 4293 | | 1.871 | 184 | 9:56:00 | 2:18:00 | 9,8% | 188 | | 3,59 | 2.714 |
| 4294 | | 3.475 | 408 | 13:12:00 | 3:40:00 | 11,7% | 263 | | 6,67 | 2.153 |
| 4295 | | | | | | | | | | 1.645 |



| | | | | | | | | | | |
|--------------|-----------|-----------|---------|------------|-----------|------|-----|-------|-------|-----------|
| 4296 | | | | | | | | | | 1.556 |
| 4305 | | | | | | | | | | |
| 4306 | | | | | | | | | | 1.835 |
| 4307 | 20.640 | 40.981 | 767 | 109:54:00 | 10:44:00 | 1,9% | 373 | 39,62 | 78,66 | 9.417 |
| 4316 | | | | | | | | | | 6.560 |
| 4318 | | | | | | | | | | 441 |
| TOTAL | 1.708.360 | 2.935.033 | 108.811 | 5666:06:00 | 420:50:00 | 3,7% | | | | 1.121.424 |
| | 3035 ton | 5965 ton | | | | | | | | |



Anexo IV – Alguns mapas de brainstorming desenvolvidos através do método 5 Porquês

| Why 1 | | Why 2 | | Why 3 | | Why 4 | | Why 5 | Root Cause | Recurrence Prevention |
|-----------------------------------|---|---|---|--|---|---|---|--|--|---|
| Controlo mais eficiente das peças | → | Controlo nas células tido como insuficiente | → | Falta de confiança nos resultados do controlador | → | Controlador inexperiente, pouca motivação e pressão de acabar o trabalho | → | Utilização de TT's, fraco balanceamento que origina o CV ser o bottleneck | Confiança Insuficiente nos controladores; Peças com defeitos difíceis de detectar e maus métodos de controlo | Utilizar operários experientes no controlo visual ou aumentar a sua competência, cada operário tem funções de controlo, não utilizar controladores TT, fazer balanceamento para o CV não ser o bottleneck |
| | → | | → | Maus métodos de inspecção | → | Falta de melhoria continua nos métodos previamente estabelecidos | → | Má gestão da informação e passagem deficiente da mesma entre departamentos | Mau fluxo de informação | Melhor definição dos responsáveis por trabalhar nessa tarefa bem como criar melhor fluxo de informação entre departamentos |
| | → | Aparecimento de defeitos críticos | → | Falta de dispositivos de poka-yoke ou de detecção de defeitos eficazes | → | Necessidade de grande reestruturação da empresa em alguns sectores, preço e falta de orientação | → | Pouco espaço e tempo de manobra para uma revolução grande do sistema | Confiança Insuficiente dos clientes no nosso sistema produtivo | Criação de plano de reestruturação do sistema produtivo da empresa |
| | → | | → | Problemas de domínio da referência | → | Devido a vários factores como alterações na placa, tipo de metal etc | → | necessidades de manutenção, melhoria continua | Domínio da referência abaixo do pretendido | Standarizar máquinas de moldação e métodos de melhoria |

Figura 38 – 5 Porquês com o tema: necessidade de 2º controlo para algumas referências



| Why 1 | Why 2 | Why 3 | Why 4 | Why 5 | Root Cause | Recurrence Prevention |
|---|---|--|---|--|---|---|
| Dificuldade de colocar caixas nas plataformas | → Algumas caixas estão estragadas | → caixas de madeira pouco estáveis e frágeis | → suportam menos peso do que lhes é pedido, entortam facilmente | → peso das peças transportadas demasiado elevado para o seu propósito das caixas | caixas de madeira demasiado frágeis para o peso que se pretende que sejam capazes de suportar | Eliminação das caixas de madeira da zona dos acabamentos |
| | | → contentores tortos | → pelo fornecimento dos contentores às CTs e pelas pás dos empilhadores | → dificuldade em encaixar na pega, encontrões na plataforma no fornecimento e ao despejar o conteúdo | contentores tortos em zonas críticas, exemplo da zona da pega | Colocar borracha ou outro material na plataforma para amortecer as pancadas, realizar o despejo da caixa com uma máquina skip de carga |
| | → Forma da plataforma cria algumas dificuldades a colocar caixa | → as barreiras de encaixe das caixas não é flexível | → necessidade de demasiado exactidão na colocação da mesma | → plataforma estreita e sem sistema que ajude o encaixe da caixa | plataforma para colocar a | criar angulo curvo nos cantos da plataforma para permitir que a caixa escorregue, mas assim necessitava de refazer as pontas da plataforma |
| Não utilização de local para colocar temporariamente as caixas a acabar | → Fraca metodologia de trabalho | → Não há metodos de trabalho definidos, há por vezes falta de espaço na zona | → Não há metodos de trabalho definidos para operários fora dos CTs | → Não há responsabilidade por essa função | Fracos metodos de trabalho por parte do empilhador | Criação de sequência dos trabalhos do empilhador |
| Localização das caixas a abastecer pouco definido | → Fraca organização do WIP nas células dos acabamentos | → Falta de espaço e local mapeado para colocar obra | → Demasiado WIP e falta de responsavel por concretizar esse mapeamento | → Fraco planeamento da produção entre a moldação e os acabamentos e má gestão dos acabamentos | Pouca organização do WIP na zona das células | Produção pull ou coordenada entre os acabamentos a moldação e a logística; definição de pessoa ou equipa responsavel pelos acabamentos e seu melhoramento |

Figura 39 – 5 Porquês com o tema: lenta reposição de matérias nas células



| Why 1 | | Why 2 | | Why 3 | | Why 4 | | Why 5 | Root Cause | Recurrence Prevention |
|---|---|--|---|---|---|--|---|---|---|--|
| pouco rigor na afectação dos operários segundo as suas competências e capacidades | → | troca constante dos operários nos acabamentos | → | maioria dos operários são trabalhadores temporários | → | flexibilidade na quantidade de trabalhos de acordo com os objectivos de produção | → | variações significativas nas quantidades a produzir mensalmente | Grande rotatividade dos operários nos acabamentos que condiciona a sua formação e competência | Diminuir número de operários em situação TT e mesmo esses terem formação de controlador ou "semi-controlador"; afectar operários 100% às CTs |
| | → | poucos controladores | → | os acabamentos não são preponderantes na formação dos controladores estando isso a cabo do eng. António | → | não é dada importância à função do controlador como possível membro dinamizador da qualidade da produção | → | falta de perspectiva de evolução no sentido de um melhor controlo, standardização e entendimento dos métodos de fabrico pelos operários | Poucos controladores com o objectivo de flexibilizar a produção | Aumentar o número de controladores com o objectivo de todos os operários terem pelo menos o sub-nível; Criação de sub-nível de controlador onde são dadas noções essenciais sobre o método produtivo das refs afectas ao controlador com o objectivo de o familiarizar e criar sentido crítico ao processo produtivo da ref, standardizar o seu trabalho e realizar um melhor controlo |
| | → | poucos controladores experientes | → | variação das refs controladas pelos controladores | → | apenas começa agora a haver afectação dos controladores a refs específicas | → | sub-importância dada à qualidade do controlo dado pelo controlador | Poucos controladores experientes com o intuito de melhorar a qualidade do controlo visual | Criar uma afectação das refs aos controladores com o objectivo de os qualificar o máximo possível |
| conhecimento limitado quanto ao bottleneck das referências | → | não há estudos concretos relativos aos bottlenecks | → | não é dada importância ao operário que trabalha no bottleneck | → | falta de consciencialização para a problemática e suas consequências | → | falta de equipa com o dever de aprofundar esse estudo | Sub-importância à preponderância dos bottlenecks na qualidade e produtividade do trabalho nos acabamentos | Definição clara do bottleneck das refs e balancear de forma a criar o melhor equilíbrio entre produtividade e qualidade |

Figura 40 – 5 Porquês com o tema: bottlenecks com operários inexperientes



Anexo V – Formulários 5S

| SAKTHI PORTUGAL | | | AUDITORIA 5S | | | | | |
|--------------------|----|--|---|-----------|---|---|---|---|
| 5S | Nº | TEMA | CRITÉRIO | AVALIAÇÃO | | | | |
| | | | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| TRIAR | 1 | Máquinas e Equipamentos | Devem usar-se com regularidade. | | | | | |
| | 2 | Peças e Materiais | Não devem existir stocks de produtos desnecessários. | | | | | |
| | 3 | Controlo visual | Não existe material ou equipamento desnecessário e os existentes estão devidamente arrumados. | | | | | |
| | 4 | Estantes e documentação | Devem estar limpas e organizadas. | | | | | |
| | 5 | Utensílios de limpeza | Devem existir e estar colocados num local devidamente identificado. | | | | | |
| ARRUMAR | 6 | Layout e marcações | Deve estar bem definido e marcado. | | | | | |
| | 7 | Stock intermédio | Deve ter um local definido quantificado(nível máximo)e deve estar correctamente acondicionado. | | | | | |
| | 8 | Segurança | Os meios de fabrico não poem em causa a segurança dos operadores | | | | | |
| | 9 | Responsabilidade de limpeza | O trabalho de limpeza deve ser feito em equipa e deve estar organizado. | | | | | |
| | 10 | Locais de difícil acesso | Os acessos aos locais de trabalho devem ser de fácil acesso | | | | | |
| LIMPAR | 11 | Chão | Deve estar limpo e em bom estado de conservação. | | | | | |
| | 12 | Máquinas e equipamentos | Devem estar limpos, em bom estado e livres de materiais e elementos desnecessários. | | | | | |
| | 13 | Máquinas e equipamentos | Não devem existir fugas de ar, óleo, água, etc. | | | | | |
| | 14 | Limpeza habitual | Varrer, lavar e limpar devem ser tarefas diárias. | | | | | |
| | 15 | Materiais e stock | Devem estar livres de sujidade (pó, lixo, etc). | | | | | |
| NORMALIZAR | 16 | Chão, corredores, máquinas, equipamentos e contentores | Devem estar pintados de forma normalizada. Exemplo contentores: Sucata= Cor Vermelha; Resíduo= cor verde; Produto= cor cinza) | | | | | |
| | 17 | Normas de limpeza e inspecção | Devem existir normas de limpeza e inspecção | | | | | |
| | 18 | Iluminação | É necessária, deve existir e ser eficiente. | | | | | |
| | 19 | Vestuário de trabalho | Devem usar-se os EPIs adequados ao trabalho desenvolvido (óculos, botas de segurança, tampões auditivos, vestuário). Este material deve estar em boas condições de uso. | | | | | |
| | 20 | Manutenção preventiva | Existe um período definido para a manutenção preventiva (limpeza e inspecção). | | | | | |
| MANTER | 21 | Períodos de limpeza | A limpeza deve ser eficiente. Os tempos de limpeza devem ser respeitados. | | | | | |
| | 22 | Autonomia e disciplina | A manutenção da organização e limpeza do posto de trabalho acontece sem necessidade de ordens superiores. | | | | | |
| | 23 | Regras e procedimentos | Devem ser conhecidas e respeitadas. | | | | | |
| | 24 | Programa de manutenção | O operador conhece e executa o programa de manutenção (Tarefas diárias e não diárias) | | | | | |
| | 25 | Manutenção preventiva | Deve ser feito durante o periodo definido. | | | | | |
| PONTOS A MELHORAR: | | | | | | | | |

Figura 41 – Formulário auditoria 5S

Figura 42 – Formulário auditoria 5S



Anexo VI – Instruções de trabalho do controlo visual (bottleneck)

| INSTRUÇÃO DE TRABALHO: Controlo Visual - Corpos | | | ACAB - 35 | | |
|--|--|----------------------------|---|---|----------------------------|
| PASSOS IMPORTANTES | PONTOS CHAVE | RAZÕES | PASSOS IMPORTANTES | PONTOS CHAVE | RAZÕES |
| GERAL | FUNDAMENTAL NÃO TAPAR NENHUMA PARTE DA VISTA EM QUESTÃO | PERIGO DE OCULTAR DEFEITOS | GERAL | FUNDAMENTAL NÃO TAPAR NENHUMA PARTE DA VISTA EM QUESTÃO | PERIGO DE OCULTAR DEFEITOS |
| 1 - VISTA 1ª ENTRADA  | RECHUPE INCLUSÕES CORTE DO GITO | | 4 - VISTA DO COPO  | MAL CHEIO MACHO ESMURRADO INCLUSÕES | |
| 2 - VISTA DISCO/ PATAS  | MOSSAS PATAS PARTIDAS ALTURA DO GITO MAL LIGADO | | 5 - VISTA CIMA  | INCLUSÕES DE AREIA INCLUSÕES DE ESCÓRIA AREIA DESTACADA | |
| 3 - VISTA 2ª ENTRADA  | RECHUPE INCLUSÕES CORTE DO GITO | | 6 - VISTA FRENTE  | | |

Figura 43 – Instruções de trabalho no controlo visual de um corpo



INSTRUÇÃO DE TRABALHO: Controlo Visual - Suportes

ACAB - 34

| PASSOS IMPORTANTES | PONTOS CHAVE | RAZÕES |
|---|---|----------------------------|
| GERAL | FUNDAMENTAL NÃO TAPAR NENHUMA PARTE DA VISTA EM QUESTÃO | PERIGO DE OCULTAR DEFEITOS |
| 1 - VISTA CIMA  | | |
| 2 - VISTA DISCO  | CORTE PRENSA REBARBAS | |
| 3 - VISTA PATAS  | MAL LIGADO MAL CHEIO AREIA DESTACADA REBARBAS APARTAÇÃO PATAS/ HASTE FINA | |

| PASSOS IMPORTANTES | PONTOS CHAVE | RAZÕES |
|--|---|----------------------------|
| GERAL | FUNDAMENTAL NÃO TAPAR NENHUMA PARTE DA VISTA EM QUESTÃO | PERIGO DE OCULTAR DEFEITOS |
| 4 - VISTA FRENTE  | MAL LIGADO MAL CHEIO AREIA DESTACADA CORTE PRENSA ZONA DISCO | |
| 5 - VISTA 1ª ENTRADA  | CORTE DO GITO RECHUPE NA ENTRADA MAL LIGADO | |
| 6 - VISTA 2ª ENTRADA  | CORTE DO GITO RECHUPE NA ENTRADA MAL LIGADO | |

Figura 44 – Instruções de trabalho no controlo visual de um suporte